Agriculture Division

Agriculture and Rural Working Paper Series

No. 21-601-MIE

Canada

106-03126/

Statistics
Canada
Agriculture Division

Agriculture and Rural Working Paper Series
Working Paper No. 52

Growers of Genetically Modified Grain Corn and Soybeans in Quebec and Ontario: A Profile

Prepared by
Bernard Hategekimana, Ph.D.
Crop Reporting Unit, Crops Section

Statistics Canada, Agriculture Division
Jean Talon Building, 12th floor
Tunney's Pasture
Ottawa, Ontario K1A 0T6

February 2002

The responsibility of the analysis and interpretation of the results is that of the author and not of Statistics Canada.

Statistics Canada Statistique Canada

Canada

Statistics
Canada
Agriculture Division

Agriculture and Rural Working Paper Series
Working Paper No. 52

Growers of Genetically Modified Grain Corn and Soybeans in Quebec and Ontario: A Profile

Published by authority of the Minister responsible for Statistics Canada.

© Minister of Industry, 2002.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise without prior written permission from Licence Services, Marketing Division, Statistics Canada, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0T6.

February 2002

Catalogue No. 21-601-MIE01052

Frequency: Occasional

Ottawa

La version française est disponible sur demande (n° 21-601-MIF01052 au catalogue)

Note of appreciation: Canada owes the success of its statistical system to a longstanding partnership between Statistics Canada and the citizens, businesses and governments of Canada. Accurate and timely statistical information could not be produced without their continued co-operation and good will.

Table of Contents

Summary 2

I. Introduction 2

II. Methodology 4

III. Findings 5

Soybean and grain-corn growers have already used genetically modified seed (GMS). 5

More Quebec and Ontario growers used grain-corn than soybean GMS. 5

More than 40% of farms using GMS were also involved in stockraising. 5

Farms with the most common cropping plans implemented by grain-corn and soybean growers in Quebec and Ontario also accounted for almost all GMS use. 6

The likelihood of finding GMS is lower if the farm is large (in terms of total cultivated acreage) and the ratio of soybeans or grain corn to field crops is high. 7

Profile of Farms Using Soybean and Grain-Corn GMS 8

Data from the November 2000 Crops Survey could not be used to measure the actual impact of GMS on grain corn and soybean yields. 10

The average overall provincial yield for farms that grew NGM corn only was significantly lower than that for farms that had planted some GM corn. 13

The difference between average overall NGM and GM corn yields varies from one agricultural area to another. 14

It is difficult to establish an exact relationship between the percentage of GM corn harvested and GM corn or NGM corn yield. 15

There is a relationship between total seeded corn acreage and percentage of GM corn. 15

IV. Conclusion and Outlook 16

V. Acknowledgements 17

APPENDIX 1 18

APPENDIX 2 20

Growers of Genetically Modified Grain Corn and Soybeans In Quebec and Ontario: A Profile

Summary

A hot topic in agricultural today is the potential and risks represented by biotechnology, in particular those products obtained using genetically modified seed (GMS). While some sing the praises of GMS, others consider it a potential threat to human health and the environment. In to facilitate a national public debate on the issue, Statistics Canada has been collecting and analyzing data since June 2000 on GMS used in grain corn and soybeans cropping in Quebec and Ontario.

According to the June 2000 Crops Survey, 16% of all soybean acreage in Quebec, and 18% of that in Ontario, was planted with genetically modified seed (GMS). The figure for grain corn in both provinces was 27%. Most farms using corn and soybean GMS are located in areas of Ontario and Quebec where production of both crops is concentrated.

Although farms using GMS can be found in all size categories, there were many small ventures (< 490 acres) with this technology. Farms using GMS had a smaller ratio of grain-corn or soybean acreage to field crops as a whole; furthermore, more than 58% of grain-corn producers and more than 40% of soybean growers also are involved in livestock.

According to data from the November 2000 Crops Survey, average yields of genetically modified (GM) grain corn are higher than those for non-genetically modified (NGM) grain corn, while soybean differences are negligible. Given the number of variations in yield data from the agricultural areas examined, at present, it is very difficult to assess the actual impact of GMS on the production and yield of these two crops based on information from a single year. Furthermore, the wet, cool 2000 growing season was unfavorable for both crops, resulting in lower yields in the two provinces. Further observation is thus necessary for a more comprehensive analysis. In 2001 and subsequent years, Statistics Canada will therefore continue to examine the use of GMS in corn and soybean production among Canadian growers, in an effort to put valid statistical data to use in establishing the first reliable profile of the adoption of this new technology, analyze why growers embrace or abandon GMS, and establish the actual impact of GMS on corn production, thus determining its profitability.

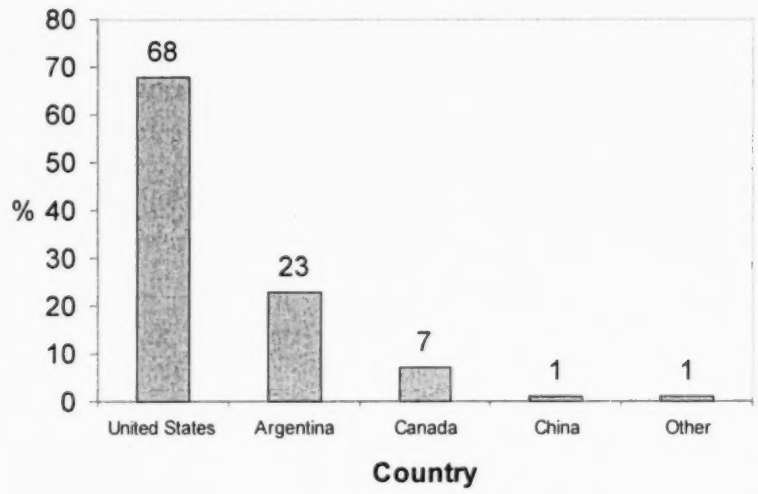
I. Introduction

A hot topic in agricultural today is the problem of products obtained through biotechnology—in particular, genetically modified seed (GMS). Internationally, GMS acreage rose 11% in 2000, from 98.5 million to 109 million acres. As shown in Figure 1, almost all genetically modified crops are found in the Western Hemisphere. But what exactly do we mean by GMS in the case of grain corn and soybeans?

In the case that concerns us here, GMS are seeds from a given variety of grain corn of soybean whose gene pool has been modified through genetic engineering by the incorporation of a foreign gene from

another species or variety, in order to transfer certain qualities or characteristics to the receiving specie or variety.[1]

Fig. 1. Global Breakdown of Genetically Modified Crop Acreage, 2000



Source: *Agriweek*, January 15, 2001

Views on the advantages and risks represented by products obtained from genetically modified plants vary considerably. Scientists and companies who sell GMS and related chemicals feel that the use of genetically modified plants, especially those that are resistant to herbicides and insects, is the best means of controlling pests, reducing the use of chemical pesticides and associated costs, and increasing crop yields. Growers second this opinion, especially as genetically modified plants allow them greater flexibility in agricultural practices.

At the opposite end of the spectrum are environmental and other positions. There are fears that useful insects may be affected and eliminated together with the pests in question, and that resistant insects and weeds that are more difficult to control will then appear. Some people even think that food from genetically modified plants may cause allergies.[2]

These concerns are so great that countries such as Japan, Korea, Australia and New Zealand are drafting labelling regulations[3]. Consumers and legislation in most countries require that, in addition to

[1] In the case of Bt-corn, on of the genes cry1Ab, CryAc or Cry9C from *Bacillus thuringiensis*, which are responsible for producing the precursor of a toxin that kills the European corn borer, has been introduced. When the larvae of this small butterfly eat grain corn that has acquired the gene, the precursor is transformed into a toxin, and they die[†].
The gene in corn and soybean Roundup Ready protects these crops from Roundup (glyphosate), a nonselective herbicide generally used for weed control.

[2] Economic Research Service (USDA), J. Fernandez-Cornejo and W. McBride, *Genetically Engineered Crops for Pest Management in U.S. Agriculture*, Research Report AER-786 (May 2000).

[3] In Canada, existing legislation requires labelling only in the case of modifications to nutritional value, toxicity or allergenic components.

labelling, traditional varieties be segregated from their genetically modified counterparts[4]. A solution to the problem is hard to find. Variety segregation is technically difficult and costly, on the farm as well as in storage and transit. According to a recent U.S. survey, most growers are not planning on implementing segregation, given the high cost of this operation.[5]

Because of possible implications of the current debate about GM crops on Canadian and worldwide agricultural industry, the present study has been undertaken in order to provide to Canadians reliable information on the use and the benefits of GM crops. The study consists in collecting and analyzing data and to publish results on GM grain corn and soybean in Canada.

II. Methodology

The main goal of this study is to conduct a detailed data analysis, over at least three campaigns, in order to establish a profile of growers who sow all or part of their soybean or grain-corn fields with genetically modified seed (GMS). At the same time, we hope to evalute the actual impact of GMS use on crop yield, and examine developments in seeded acreage as well as the process involved in the adoption of GMS as a farm input.

Our working hypothesis is that growers experiment with and adopt new technologies to meet specific needs and improve performance. To verify this hypothesis, we examined the characteristics of farm operations which can justify the use of GMS, as well as other traits these establishments might have in common (see Table 1 below). We applied logistical models to the data using the Wesvar Complex Samples 3.0 software program (see Table 3 for findings). We also established certain noteworthy indices, such as the percentage of grain-corn and soybean farms using GMS, and the percentage of such farms that also raised livestock (see following). Yield data have been taken from the November 2000 Crops Survey. Data were analyzed using the SUUDAN 7.5 "DESCRIPT" procedure. Please note that, for the purposes of this study, yield estimates with a coefficient of variation (CV) higher than 25 were considered inaccurate, and not reported.

Table 1. Overview of Variables

Variable	Description	Quebec and Ontario		Quebec		Ontario	
		Average	CV (%)	Average	CV (%)	Average	CV (%)
Dependent Variables							
d261 (dichotomic)	Use of GM soybeans	0.16	4	0,10	11	0.18	5
d260 (dichotomic)	Use of GM grain corn	0.27	3	0.35	5	0.24	4
Independent Variables							
C201	Total acreage	324	1	341	2	319	1
Pgrain corn	Ratio of grain-corn acreage to field-crop acreage	0.46	1	0.62	2	0.40	2
Psoybeans	Ratio of soybean acreage to field-crop acreage	0.37	2	0.18	6	0.43	2
Age	Age of farm manager	53	1	50	1	53	1

[4] Economic Research Service (USDA), "Biotechnology: U.S. Grain Handlers Look Ahead," *Agricultural Outlook* (April 2000), Special Article.
[5] *Agriweek* 15 January 2001 [Winnipeg].

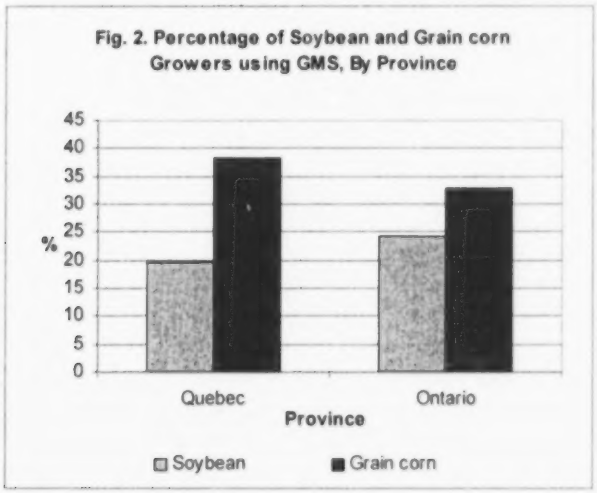
III. Findings

Soybean and grain-corn growers have already used genetically modified seed (GMS).

The June 2000 Crops Survey, involving a total of 33,571 growers—9,417 from Quebec and Ontario alone—showed that 16% of all soybean acreage in Quebec, and 18% in Ontario, was planted with genetically modified seed (GMS). The percentage for grain-corn acreage planted with GMS in both provinces was 27%.

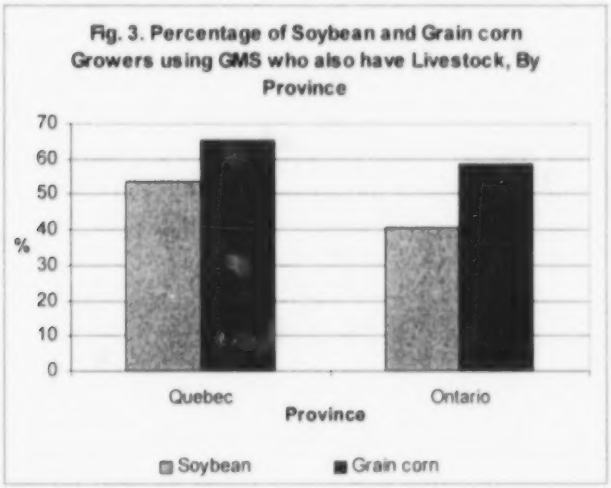
More Quebec and Ontario growers used grain-corn than soybean GMS.

The percentage of grain-corn growers using GMS was 38% for Quebec and 33% for Ontario; as regards soybeans, the figures were 20% for Quebec and 24% for Ontario (Figure 3).



More than 40% of farms using GMS were also involved in livestock.

In Quebec, 65% of grain-corn growers using GMS also have livestock; the figure for soybeans is 54%. The figures for Ontario are 58% and 41%, respectively (Figure 3).



Farms with the most common cropping plans[6] implemented by grain-corn and soybean growers in Quebec and Ontario also accounted for almost all GMS users.

The cropping plans implemented in 2000 by Ontario and Quebec grain-corn and soybean producers are presented in Table 2 below. The most widespread plan in Quebec was "grain corn and soybeans"; in Ontario, it was "grain corn, soybeans and winter wheat".

Table 2. Main 2000 Cropping Plans, as Implemented by Ontario and Quebec Grain-Corn and Soybean Growers

	Percentage of Grain-Corn and Soybean Growers Implementing Plan	
Cropping Plan	Ontario	Quebec
Grain Corn - Soybeans - Winter Wheat	24	0
Grain Corn – Soybeans	20	26
Grain Corn Only	13	24
Soybeans Only	13	5
Soybeans - Winter Wheat	8	0
Grain Corn – Barley	5	15
Grain Corn - Soybeans – Barley	3	12
Grain Corn – Oats	1	6
Other	13	12

In Ontario, a high percentage of farms using grain-corn or soybean GMS (74% for grain corn and 78% for soybeans) implemented one of the following cropping plans:

1. Grain corn - soybeans - winter wheat (33% GM soybeans and 33% GM grain corn);
2. Grain corn - soybeans (23% GM grain corn);
3. Grain corn only (11% GM grain corn);

[6] A cropping plan consists of a breakdown of the various crops to be produced over a given growing season. If a farmer intends to plant only grain corn in a given year, the plan will be for "grain corn only"; if grain corn and soybeans are chosen, the plan will be for "grain corn and soybeans", and so on.

4. Soybeans only (17% GM soybeans).

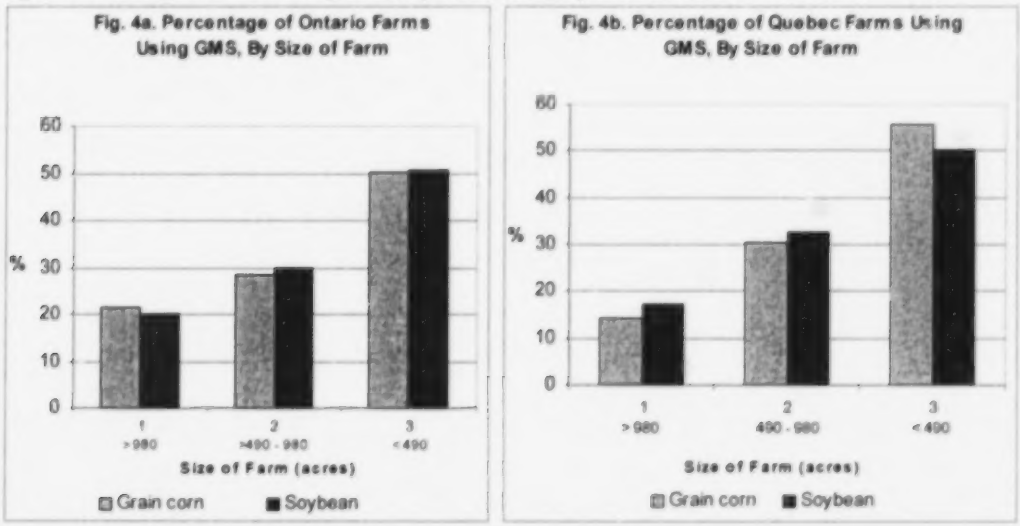
In Quebec, of all farms using GMS, 87% with GM soybeans and 79% with GM grain corn implemented one of the following cropping plans:

1. Grain corn - soybeans (45% GM soybeans and 40% GM grain corn);
2. Grain corn only (23% GM grain corn);
3. Grain corn - soybeans - barley (26% GM soybeans and 16% GM grain corn);
4. Soybeans only (16% GM soybeans).

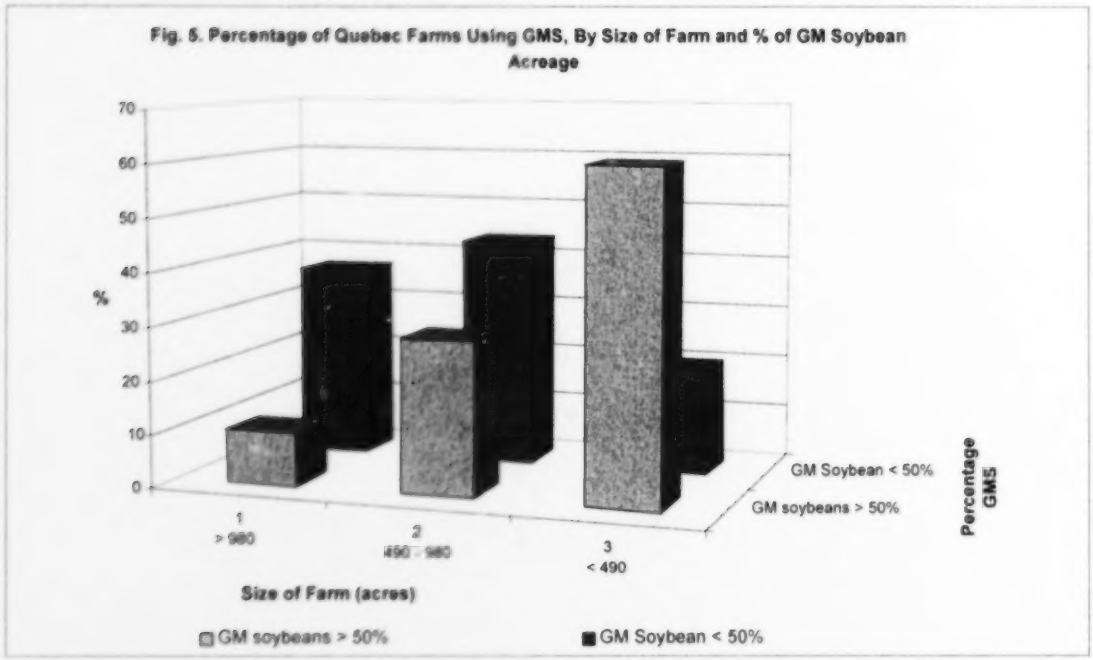
The likelihood of finding GMS is lower if the farm is large (in terms of total cultivated acreage) and the ratio of soybeans or grain corn to field crops is high.

Although GMS can be found in all farm size categories, the smallest operations (< 490 acres) accounted for the highest level of use (Figure 4, Table 3). This category also featured the most farms that had planted their soybean or grain-corn fields with GMS.

Fig. 4. Percentage of Farms Using GMS, By Farm Category and Province



As shown in Figure 5, with respect to soybeans in Quebec, most farms having planted 50% or more of their soybean acreage with GMS are under 490 acres in size (small farms), while those with less than 50% fall into the larger categories.



Furthermore, farms with a low percentage of grain corn (Pgrain corn) or soybeans (Psoybeans) in relation to total field-crop acreage (wheat, grain corn, soybeans, oats and barley) were also most likely to use GMS (see Table 3).

Table 3. Logistical Models: Characteristics of Farms Having Planted Some GM Soybeans or Grain Corn

	Quebec		**Ontario**	
	Estimate		**Estimate**	
Parameter	*GM Soybeans*	*GM Grain Corn*	*GM Soybeans*	*GM Grain Corn*
F-Fit test	2.3942*	11.6804***	5.6734***	12.9168***
Intercept	2.2096***	1.9466***	1.1351***	0.7037**
C201	-0.0006**	-0.0011***	-0.0004***	-0.0008***
Psoybeans	-1.6586**		-0.2182	
Pgrain corn		-1.5215***		-0.063
Age	0.0009	-0.0006	0.0052	0.0067
*** significant at 1%, ** significant at 5%, * significant at 10%				

Profile of Farms Using Soybean and Grain-Corn GMS

1. GM grain corn and soybeans are used by all farm size categories, indicating that GMS is of interest to all soybean and grain-corn growers as an alternative means of weed and pest management.

2. Although more farms now use GM grain corn, acreage actually planted with genetically modified seed remains low. Given that a market for GM products is still far from guaranteed, interested growers seem to be cultivating small areas only- i.e., just enough for their own consumption or the local market, which is less restrictive in terms of quality control.

3. Smaller farms (in terms of total cultivated acreage) have more GM soybeans or grain corn than larger farms. The smaller the farm, the more flexible it seems about adopting new technologies like GMS, and:

    - the less equipment it likely has for pesticide application, meaning that such technologies can be adopted with less financial risk; and
    - the fewer the marketing restrictions it experiences, as the local market is not as strict as the international scene.

4. More than 70% of GMS is found on farms featuring grain corn or soybeans only in their cropping plan, as well as the two main cropping plans implemented in Quebec and Ontario: grain corn/soybeans and grain corn/soybeans/winter wheat, respectively. This, too, demonstrates the attraction of GMS for various cropping plans, and, as a result, for various categories of grain corn and soybean growers in the two provinces.

5. Small farms with a low grain corn or soybean/field-crop ratio used more GMS than others. Specialized operations (soybeans and grain corn) would thus be slow to adopt this new technology, given the market on which they depend. The main focus of farms making the most use of GMS was therefore not grain corn or soybeans, which is also confirmed by the following two paragraphs.

6. Growers who use GMS also have livestock. Small farms with livestock most often proved to be involved part-time in beef-cattle and hay production. Given these facts, farms using GMS, especially as regards grain corn, probably use their crops to meet their own needs, in particular for feeding animals.

Confirming the logistical model findings, growers told us that Roundup Ready grain-corn and soybean GMS has given them greater flexibility in controlling weeds, since they can get by with fewer chemicals and treatments. On the environmental side, they feel, in particular, that Roundup leaves fewer residues in the soil than other products.

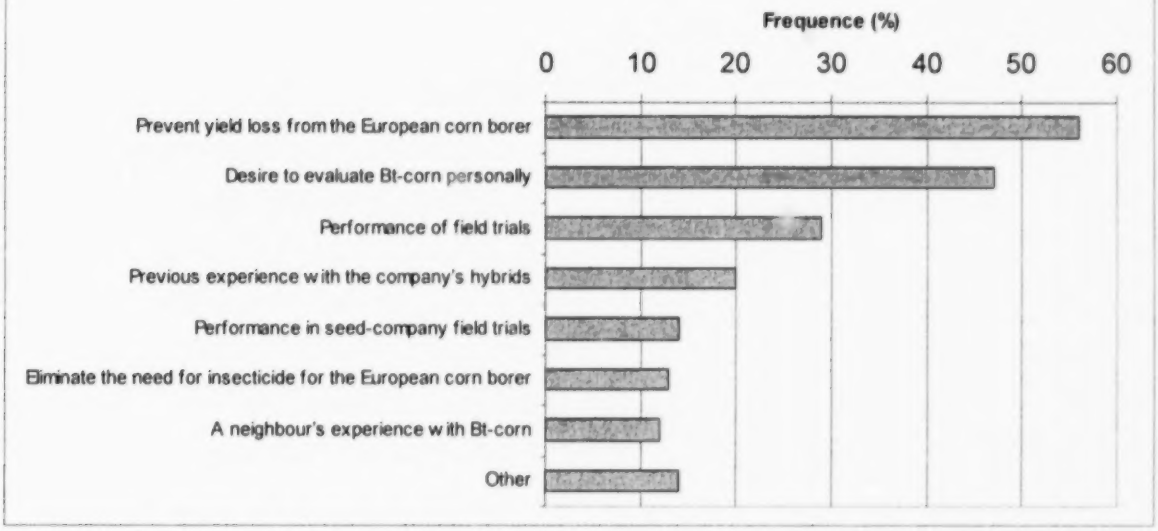
Further to the survey of Ontario grain-corn growers on the implementation of recommendations involving the use of refugia for controlling the development of European corn borer resistance in Bt-corn, Powell et al. (1999) reported that the main reason given for using genetically modified grain-corn seed was to prevent yield loss from the European corn borer (56% of responses), followed by the desire to evaluate Bt-corn personally (see Figure 7).[7] These reasons, which are similar to those mentioned above, indicate that growers use GMS to control the European corn borer and that some growers are still at the experimental stage, hoping to determine whether the use of GMS will help make their job easier.

---

[7] Powell, D.A., S.E. Grant, and S. Lastovic, *A Survey of Ontario Corn Producers to Assess Compliance with Refugia Recommendations to Manage Development of Resistance to Genetically Engineered Bt-corn in The European corn borer, 1999*, Technical Report No. 009, July 21, 1999 (http://www.plant.uoguelph.ca/safefood/).

While growers are extremely satisfied with the success of GMS in controlling the European corn borer, they also say they use their GM crop yields solely for their own needs, notably because of the marketing problems inherent in this type of production.

Fig. 6. Reasons Given by Ontario Producers for Growing Bt-Corn



Data source: Powell, D.A., S.E. Grant, and S. Lastovic, *A Survey of Ontario Corn Producers to Assess Compliance with Refugia Recommendations to Manage Development of Resistance to Genetically Engineered Bt-corn in The European corn borer, 1999*, Technical Report No. 009, July 21, 1999 (http://www.plant.uoguelph.ca/safefood/).

Data from the November 2000 Crops Survey could not be used to measure the actual impact of GMS on grain corn and soybean yields.

Based on the November 2000 Crops Survey, it is difficult to measure the actual impact of genetically modified grain corn and soybean seed on crop yields. The wet, cool 2000 growing season was unfavorable for both crops, resulting in lower yields in the two provinces.

Grain-corn yields dropped 23.2 bushels/acre in Quebec. Average soybean yield was 37.9 bushels/acre, as compared with 41.2 for the previous growing season.[8]

Despite regional variability and lower corn yields, our statistical analysis shows the average GM grain-corn yield was significantly higher than that for NGM grain corn at the provincial level. In Quebec, GM grain-corn yield was 101.2 bushels/acre, or about 11 more per acre than NGM grain corn (89.7/acre). In Ontario, GM grain-corn yield was 109.0 bushels/acre, or approximately five bushels/acre more than NGM grain-corn yield (104.2/acre) (see Tables 4 and 5).

[8] Statistics Canada, *Estimates of Production of Principal Field Crops, November 2000*, Field Crop Reporting Series No. 8, Vol. 79, Catalogue No. 22-002-XPB, ISSN 0575-8548.

In Quebec, GM soybean yield was 38.6 bushels/acre, or about 1.5 bushels more than NGM soybeans. In Ontario, the difference in yield was approximately 1.0 bushel/acre more for GM soybeans, at 38.9.

The findings show that both Quebec and Ontario experienced lower soybean yields—a fact attributable to late seeding caused by the same wet weather that affected grain corn, and that prevailed in both regions at the beginning of the growing season. Yields were even lower in Quebec, probably as a consequence of the disastrous effects of two late-season frosts.

In order to measure the impact of GMS use on yield, we compared the average yields of growers who had planted their entire corn acreage with genetically modified seed (FGM) to those of growers who had used both GMS and regular corn (FGNGM), as well as to those of growers who had planted regular grain corn only (FNGM). The findings show that, at the provincial level, in Quebec and Ontario alike, average corn yields for FGM and FGNGM growers were not statistically different (Tables 6 and 7). In Ontario, average grain-corn yields for FGM and FGNGM growers were significantly higher than those for FNGM growers at the provincial level and in Agricultural Areas 3 and 4. The same holds true at the provincial level and in Agricultural Area 13 in Quebec (Table 7).

Table 4. Comparison of Average GM and NGM Grain-Corn Yields, Based on Acreage (Ontario)

Level of Analysis	Group	Average Yield	CV (%)	A-B Comparison[†]	Difference in Yield	T-Test
Province:	GM	109.0	1	GM – NGM	4.8	2.86***
	NGM	104.2	1			
Area 1[9]	GM	118.4	2	GM – NGM	4.6	2.06**
	NGM	113.8	1			
Area 2	GM	108.1	2	GM – NGM	7.1	2.92***
	NGM	101.0	1			
Area 3	GM	98.6	4	GM – NGM	2.0	0.29
	NGM	96.6	4			
Area 4	GM	90.9	5	GM – NGM	9.2	1.96*
	NGM	81.7	3			

GM = genetically modified; NGM = non-genetically modified; [†] = comparison between A and B

***: A-B statistically significant at 0.01

**: A-B statistically significant at 0.05

*: A-B statistically significant at 0.1

[9] Main corn-producing areas in Ontario and Quebec:

Ontario		Quebec	
Area No.	Area Name	Area No.	Area Name
1	Southern Ontario	4	Mauricie-Bois-Francs
2	Western Ontario	7	Lanaudière
3	Central Ontario	9	Laurentides
4	Eastern Ontario	13	Montérégie

Table 5. Comparison of Average GM and NGM Grain-Corn Yields, Based on Acreage (Quebec)

Level of Analysis	Group	Average Yield	CV (%) (%)	A-B Comparisons†	Difference in Yield	T-Test
Province:	GM	101.2	3	GM - NGM	11.5	3.14***
	NGM	89.7	2			
Area 4	GM	81.9	7	GM - NGM	6.0	0.93
	NGM	75.9	4			
Area 7	GM	80.9	8	GM - NGM	3.2	0.53
	NGM	77.7	4			
Area 9	GM	91.7	9	GM - NGM	22.8	1.73*
	NGM	68.9	15			
Area 13	GM	105.6	3	GM - NGM	7.9	1.81*
	NGM	97.7	2			

GM = genetically modified; NGM = non-genetically modified; † = comparison between A and B
***: A-B statistically significant at 0.01
**: A-B statistically significant at 0.05
*: A-B statistically significant at 0.1

As concerns soybeans, there were no significant differences between average GM and NGM yields in either Ontario or Quebec. These findings corroborate statements from growers, who feel that, for soybeans, no existing GM varieties make it possible to increase yield. In the following sections, therefore, our analyses will bear solely on grain corn-yield data at the provincial level and in the four main agricultural areas of each province studied (determined on the basis of the number of growers who had planted grain corn).

Table 6. Comparison of Average Grain-Corn Yields, Based on Overall Farm Yield‡ (Ontario)

Level of Analysis	Type of Farm	Average Yield	CV (%)	Yield Comparison	Difference in Yield	T-Test
Province:	FGNGM	107.2	1	FGNGM – FGM	2.4	0.67
	FGM	104.8	3	FGNGM – FNGM	5.0	2.98***
	FNGM	102.2	1	FGM – FNGM	2.6	0.76
Area 1	FGNGM	116.6	2	FGNGM – FGM	8.2	1.19
	FGM	108.4	6	FGNGM – FNGM	3.4	1.40
	FNGM	113.2	1	FGM – FNGM	-4.8	0.71
Area 2	FGNGM	107.0	2	FGNGM – FGM	-0.2	0.04
	FGM	107.3	4	FGNGM – FNGM	9.2	3.64***
	FNGM	97.8	2	FGM – FNGM	9.4	1.89*
Area 3	FGNGM	99.9	3	FGNGM – FGM	-1.0	0.20
	FGM	100.9	4	FGNGM – FNGM	11.9	2.65***
	FNGM	87.9	4	FGM – FNGM	13	2.22**
Area 4	FGNGM	85.8	4	FGNGM – FGM	0.7	0.10
	FGM	85.1	8	FGNGM – FNGM	5.4	1.22
	FNGM	80.4	3	FGM – FNGM	4.7	0.68

FGM = Farmers with only genetically modified corn; FNGM = Farmers with only non-genetically modified corn; FGNGM: Farmers with both genetically modified and regular corn
***: statistically significant at 0.01
**: statistically significant at 0.05
*: statistically significant at 0.1
‡: average grain-corn yield for farm, regardless of variety

Table 7. Comparison of Average Grain-Corn Yields Based on Overall Farm Yield (Quebec)

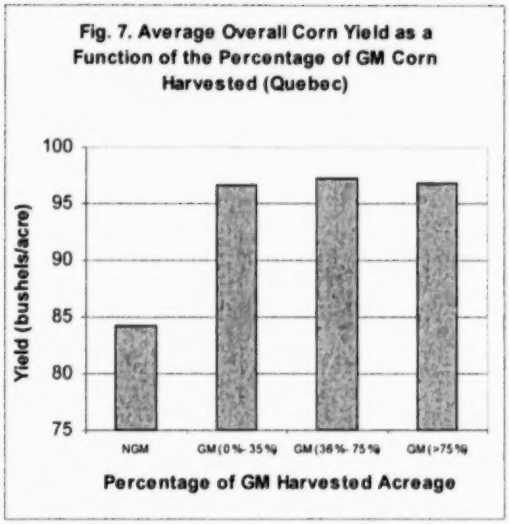
Level of Analysis	Type of Farm	Average Yield	CV (%)	Yield Comparison	Difference in Yield	T-Test
Province:	FGNGM	96.8	2	FGNGM – FGM	-0.5	0.94
	FGM	97.3	7	FGNGM – FNGM	12.6	4.12***
	FNGM	84.2	2	FGM – FNGM	13.1	1.97**
Area 4	FGNGM	78.8	6	FGNGM – FGM	N/A	-
	FGM	I.D.	-	FGNGM – FNGM	6.2	1.02
	FNGM	72.6	5	FGM – FNGM	N/A	-
Area 7	FGNGM	83.8	7	FGNGM – FGM	-1.9	0.13
	FGM	85.7	16	FGNGM – FNGM	3.8	0.47
	FNGM	80.0	7	FGM – FNGM	5.7	0.39
Area 9	FGNGM	95.3	9	FGNGM – FGM	N/A	-
	FGM	I.D.	-	FGNGM – FNGM	16.9	1.69*
	FNGM	74.4	7	FGM – FNGM	N/A	-
Area 3	FGNGM	102.8	3	FGNGM – FGM	-2.8	0.42
	FGM	105.6	6	FGNGM – FNGM	10.3	2.80***
	FNGM	92.5	3	FGM – FNGM	13.1	1.97**

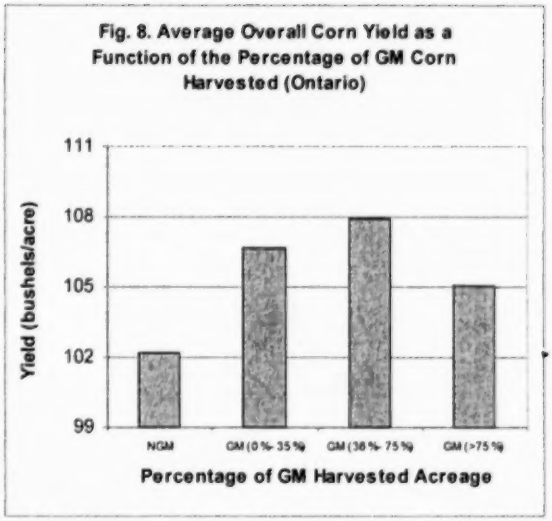
FGM = Farmers with only genetically modified corn; FNGM = Farmers with only non-genetically modified corn;
FGNGM: Farmers with both genetically modified and regular corn
***: statistically significant at 0.01
**: statistically significant at 0.05
*: statistically significant at 0.1
‡: average grain-corn yield for farm, regardless of variety
I.D: innacurate datum
N/A: not applicable

The average overall provincial yield[10] for farms that grew NGM corn only was significantly lower than that for farms that had planted some GM corn.

In Quebec and Ontario, at the provincial level, the average overall yield for FNGM farms was significantly lower than that for farms with GM corn accounting for 35% to 75%, or 0% to 35%, of total harvested corn acreage (Tables 8 and 9, Appendix 1; Figures 7 and 8 below). In Quebec, the average overall yield for FNGM farms was lower than that for farms on which GM corn accounted for 75% of total harvested corn acreage (Table 8, Appendix 1).

[10] Yield based on total harvested acreage, regardless of variety (GM or NGM grain corn).





The difference between average overall NGM and GM corn yields varies from one agricultural area to another.

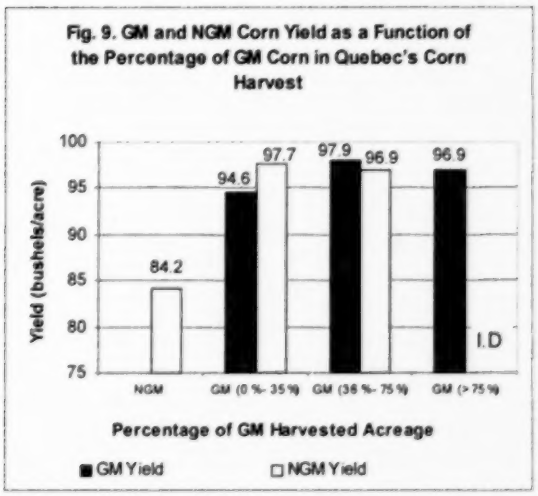
In Area 13, Quebec's main corn-producing area, average overall yield for FNGM farms was significantly lower than that for farms with GM corn accounting for more than 35% of total harvested corn acreage. No significant differences were observed in any other areas except Area 4, where overall yield for FNGM farms was lower than that for farms with GM corn accounting for 35% to 75% of total harvested corn acreage (Table 8, Appendix 1; Figure 13, Appendix 2).

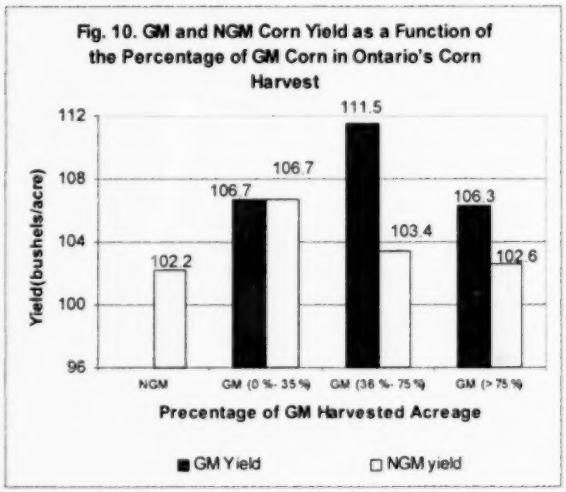
In Agricultural Areas 2 and 3 of Ontario, average overall yield for FNGM farms was was significantly lower than that for farms with GM corn accounting for more than 35% of total harvested corn acreage. In Area 1, however, average overall yield for FNGM farms was statistically lower than that for farms with GM corn accounting for 35% to 75% of total harvested corn acreage. For Area 4, this situation was observed between FNGM farms and those with GM corn accounting for 0% to 35% of total harvested corn acreage (Table 9, Appendix 1; Figure 14, Appendix 2).

These findings show that GM corn has a significant impact on overall yield. In Quebec, farms that used part or all of their land for GM corn had an average yield 12.5 to 13.0 bushels/acre higher, depending on the percentage of GM corn sown. In Ontario, the figures were 2.9 to 5.7 bushels/acre. At the agricultural-area level, the effect of GM corn on overall yield varied from one area to another. Given the poor conditions that characterized the corn-growing season, it is very difficult at present to determine the actual impact of GM corn on average overall corn yield under normal growing conditions.

It is difficult to establish an exact relationship between the percentage of GM corn harvested and GM corn or NGM corn yield.

The findings show that increasing the percentage of GM corn sown does not guarantee a better yield. While a tendency for GM yields to increase with the ratio of GM corn to total corn acreage may be seen in Areas 4 and 13 in Quebec and Areas 2 and 3 in Ontario, the opposite trend can be observed in Areas 1 and 4 in Ontario. Furthermore, GM corn yield is not always higher than NGM grain-corn yield (Figures 17 and 18, Appendix 2). These results make it difficult to determine the actual impact of genetically modified corn seed on overall corn yield. Figures 9 and 10 illustrate the situation at the provincial level for Quebec and Ontario.





D.I.: inaccurate data

There is a relationship between total seeded corn acreage and percentage of GM corn.

In general, for Quebec as well as Ontario, total seeded corn acreage for FNGM farms is lower than that for GM corn farms. Among the latter, those with GM corn occupying more than 75% of total harvested acreage had planted less land with corn. More specifically, farms with harvested GM-corn acreage of 0% to 35% were those that had planted more corn in terms of total acreage (Figures 11 and 12). This trend occurred in Quebec Agricultural Areas 4, 7 and 13, and Ontario Agricultural Areas 2 and 4 (Figures 15 and 16, Appendix).

According to these findings, it would appear that growers who seed small amounts of land with corn tend not to use GM seed. A possible explanation for this situation is the high cost of the seed. These growers probably still have doubts about the profitability of the technology for small areas of land, given existing market constraints. Furthermore, farms with higher average seeded corn acreage tend to use only a small percentage of their land for GM corn (between 0% and 35%). Given that, for these establishments, corn appears to be the main crop, several reasons could explain this state of affairs, including:

- a wish to minimize the risk of lost revenue, given the current market context for GM corn;

- cropping practices. According to related recommendaitons, growers who harvest GM corn should use at least 20% of total corn acreage NGM corn as a means of monitoring Bt-corn resistance to the European corn borer.

Farms on which GM corn accounts for more than 75% of harvested acreage are lower in total corn acreage than those using smaller percentages of GM corn. At present, it is difficult to understand the reason for this situation. However, it may be that these farms use most of their crop for, or sell it on the local market as, animal feed.

Fig. 11. Relationship Between Seeded Acreage and Average Farm Yield as a Function of the Ratio of GM Corn To Total Harvested Corn Acreage (Quebec)

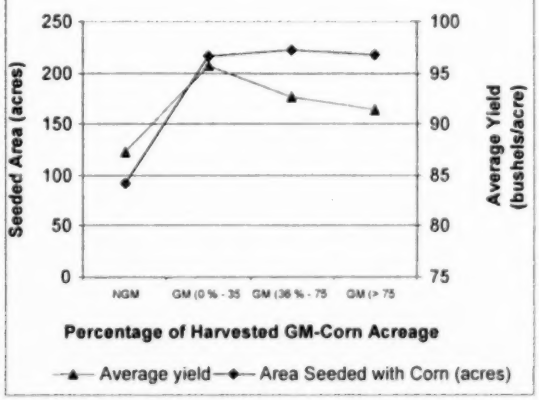
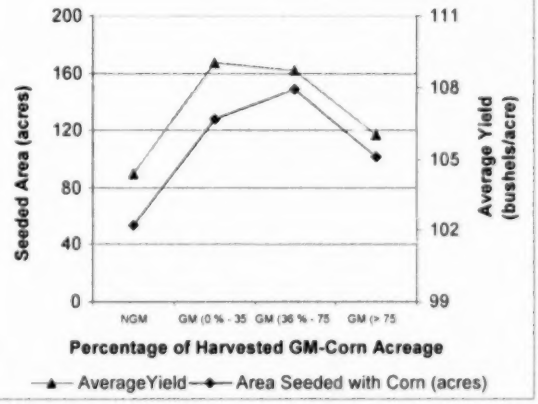


Fig. 12. Relationship Between Seeded Acreage and Average Farm Yield as a Function of the Ratio of GM Corn To Total Harvested Corn Acreage (Ontario)



IV. Conclusion and Outlook

The findings of our study indicate that GMS is of interest to all farm categories, even though smaller farms use it more than large ones. Small farms have more flexibility than large ones, especially as regards marketing potential and investment risks.

Although these findings provide a good foundation, an exact profile of growers who use GMS is difficult to establish from just one survey. Other data will be needed to provide more information and an adequate understanding of the role and development of GM-corn and soybean technology.

The November 2001 Crops Survey will allow us to compare grain-corn and soybean yields obtained with and without GMS. We feel that, by monitoring developments in GMS acreage, the impact of GMS on corn yields, and the number of farms using this technology, it will be easier to explain why growers turn to GMS.

These two parameters (changes in acreage and number of growers using GMS) will also make it possible to understand market behaviour and consumer acceptance of genetically modified products.

Given the fact that, according to the information at our disposal, one of the main reasons for using GMs is to facilitate farm work, the requirements imposed by certain importing countries stipulating that grain must be segregated in the field and during storage and handling may very well prove difficult for Canadian growers.

In 2001 and subsequent years, Statistics Canada will therefore continue to examine the use of GMS in corn and soybean production among Canadian growers, in an effort to put valid statistical data to use in establishing the first reliable profile of the adoption of this new technology, analyze why growers embrace or abandon GMS, and establish the actual impact of GMS on corn production, thus determining its profitability.

V. Acknowledgements

This study was made possible by the cooperation and experience of my colleagues in the Agriculture Division. I would particularly like to thank Oliver Code, chief of the Crops Section and manager of the project on genetically modified seeds, for his advice. Also, I would like to thank Martin Beaulieu, Marco Marin, Sylvain Cloutier and Daniel Bergeron and Lina Di Pietro for their comments on the paper, as well as Phillips Owen of the Social Survey Methods Division for his assistance in implementing the Wesvar and SUDAAN programs to process the data.

APPENDIX 1

Table 8. Comparison Between Average Overall Yield as a Function of the Ratio of GM Corn Acreage to Total Corn Acreage (Quebec)

Level of Analysis	% GM	Average Yield	CV (%)	Yield Comparison	Yield Difference	T-Test
Province:	NGM	84.2	2	NGM – GM0035	-12.5	***
	GM0035	96.7	4	NGM – GM3575	-13.0	***
	GM3575	97.2	4	NGM – GM7510	-12.6	**
	GM 7510	96.8	5	GM0035 – GM3575	-0.5	ns
				GM0035 – GM7510	-0.1	ns
				GM3575 – GM7510	0.4	ns
Area 4	NGM	72.6	5	NGM – GM0035	-8.9	ns
	GM0035	81.5	15	NGM – GM3575	-4.4	**
	GM3575	77.0	8	NGM – GM7510	-11.7	ns
	GM 7510	84.3	24	GM0035 – GM3575	4.5	ns
				GM0035 – GM7510	-2.8	ns
				GM3575 – GM7510	-7.3	ns
Area 7	NGM	80.0	7	NGM – GM0035	1.4	ns
	GM0035	78.6	7	NGM – GM3575	-19.5	ns
	GM3575	99.6	19	NGM – GM7510	-4.5	ns
	GM 7510	84.5	15	GM0035 – GM3575	-20.9	ns
				GM0035 – GM7510	-5.9	ns
				GM3575 – GM7510	15	ns
Area 9	NGM	78.4	7	NGM – GM0035	-18.8	ns
	GM0035	97.2	17	NGM – GM3575	-14.3	ns
	GM3575	92.7	6	NGM – GM7510	N/A	-
	GM 7510	I.D.		GM0035 – GM3575	4.5	ns
				GM0035 – GM7510	N/A	-
				GM3575 – GM7510	N/A	-
Area 13	NGM	92.5	3	NGM – GM0035	-7.6	ns
	GM0035	100.1	4	NGM – GM3575	-11.1	**
	GM3575	103.6	4	NGM – GM7510	-14.9	***
	GM 7510	106.4	7	GM0035 – GM3575	-3.5	ns
				GM0035 – GM7510	-6.3	ns
				GM3575 – GM7510	-2.8	ns

NGM: non-genetically modified grain corn only
GM0035: 0% to 35% of total harvested corn acreage occupied by GM corn
GM3575: 35% to 75% of total harvested corn acreage occupied by GM corn
GM7510: more than 75% of total harvested corn acreage occupied by GM corn

***: statistically significant at 0.01
**: statistically significant at 0.05
*: statistically significant at 0.1
ns: not statistically significant
I.D.: inaccurate datum
N/A: not applicable

Table 9. Comparison Between Average Overall Yield as a Function of the Ratio of GM Corn Acreage to Total Corn Acreage (Ontario)

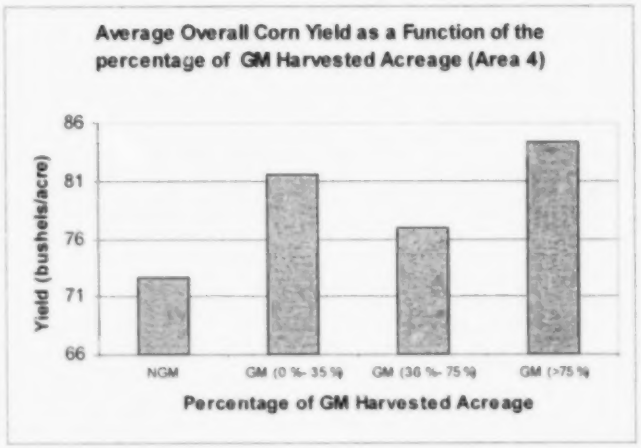
Level of Analysis	% GM	Average Yield	CV (%)	Yield Comparison	Yield Difference	T-Test
Province:	NGM	102.2	1	NGM – GM0035	-4.5	*
	GM0035	106.7	2	NGM – GM3575	-5.7	**
	GM3575	107.9	2	NGM – GM7510	-2.9	ns
	GM 7510	105.1	2	GM0035 – GM3575	-1.2	ns
				GM0035 – GM7510	1.6	ns
				GM3575 – GM7510	2.8	ns
Area 1	NGM	113.2	1	NGM – GM0035	-5.6	ns
	GM0035	118.8	3	NGM – GM3575	-3.9	***
	GM3575	117.1	2	NGM – GM7510	3.8	ns
	GM 7510	109.4	4	GM0035 – GM3575	1.7	ns
				GM0035 – GM7510	9.4	ns
				GM3575 – GM7510	7.7	ns
Area 2	NGM	97.8	2	NGM – GM0035	-5.5	ns
	GM0035	103.3	3	NGM – GM3575	-11.2	***
	GM3575	109	3	NGM – GM7510	-9.8	***
	GM 7510	107.6	3	GM0035 – GM3575	-5.7	ns
				GM0035 – GM7510	-4.3	ns
				GM3575 – GM7510	1.4	ns
Area 3	NGM	87.9	4	NGM – GM0035	-5.6	ns
	GM0035	93.5	3	NGM – GM3575	-14.5	**
	GM3575	102.4	4	NGM – GM7510	-13.2	***
	GM 7510	101.1	3	GM0035 – GM3575	-8.9	ns
				GM0035 – GM7510	-7.6	*
				GM3575 – GM7510	1.3	ns
Area 4	NGM	80.4	3	NGM – GM0035	-12.2	**
	GM0035	92.6	5	NGM – GM3575	-1.7	ns
	GM3575	82.1	7	NGM – GM7510	-4.6	ns
	GM 7510	85	6	GM0035 – GM3575	10.5	ns
				GM0035 – GM7510	7.6	ns
				GM3575 – GM7510	-2.9	ns

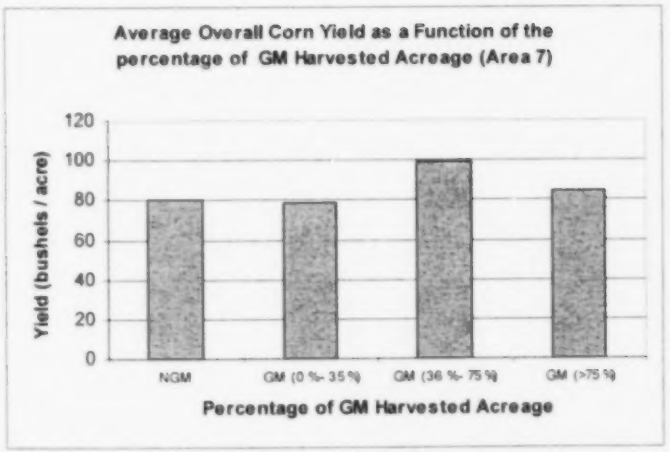
NGM: non-genetically modified grain corn only
GM0035: 0% to 35% of total harvested corn acreage occupied by GM corn
GM3575: 35% to 75% of total harvested corn acreage occupied by GM corn
GM7510: more than 75% of total harvested corn acreage occupied by GM corn

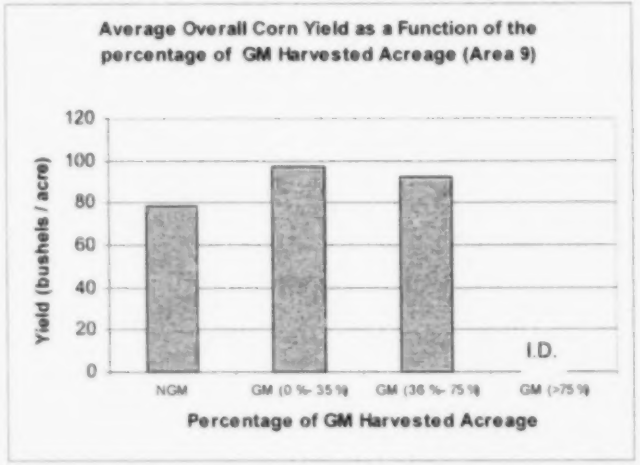
***: statistically significant at 0.01
**: statistically significant at 0.05
*: statistically significant at 0.1
ns: not statistically significant

APPENDIX 2

Fig. 13. Average Overall Corn Yield as Function of The Precentage of GM Harvested Acreage in Quebec's Main Corn-Producing Areas







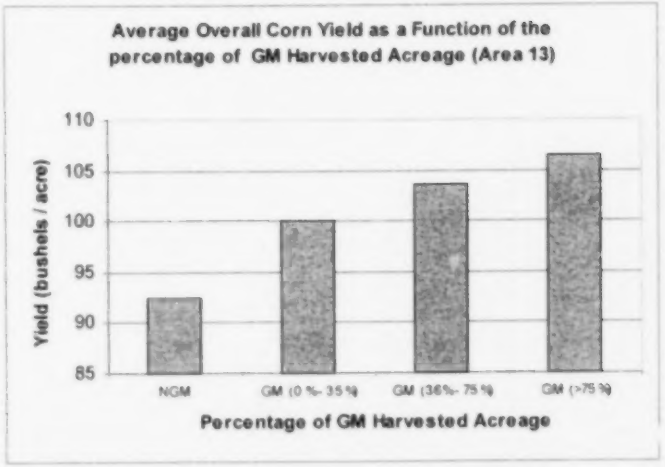


Fig. 14. Average Overall Corn Yield as Function of The Precentage of GM Harvested Acreage in Ontario's Main Corn-Producing Areas

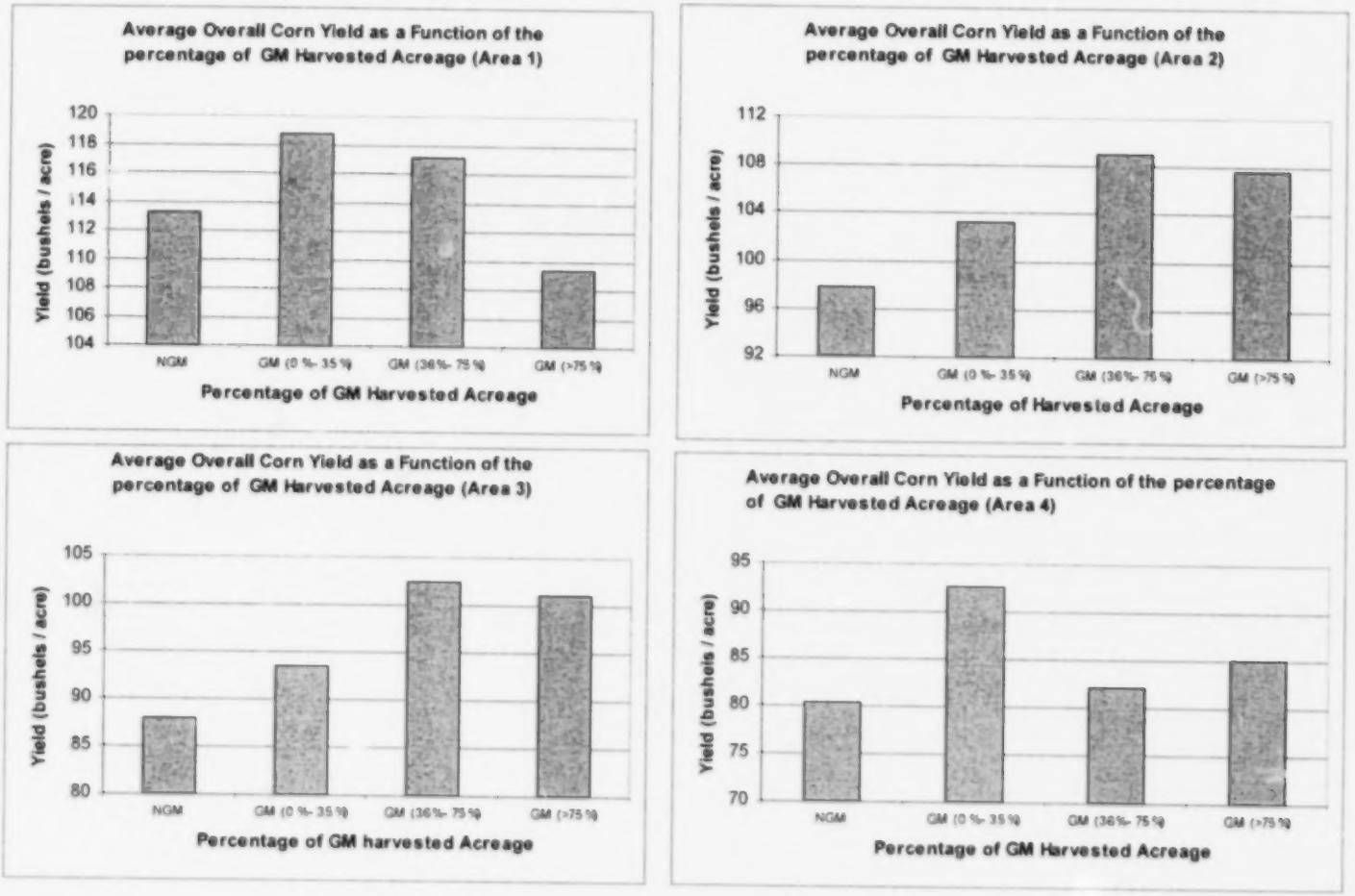
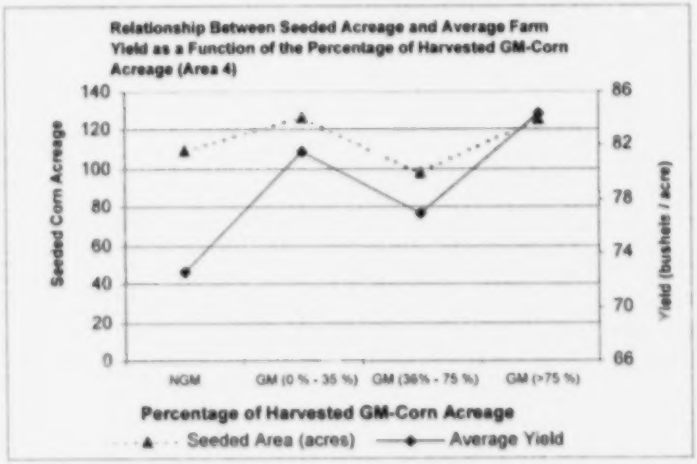
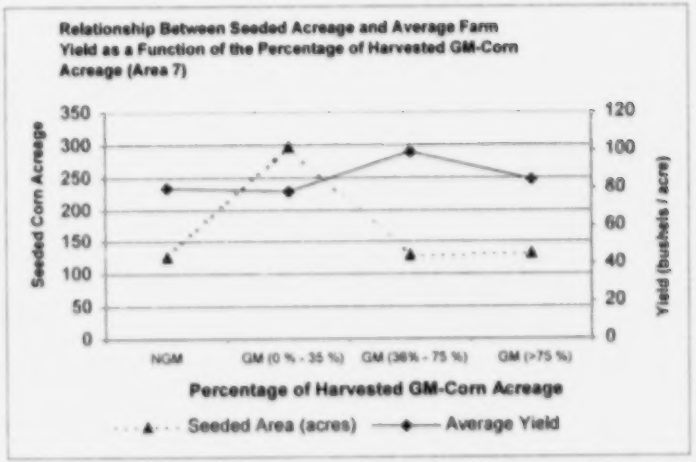
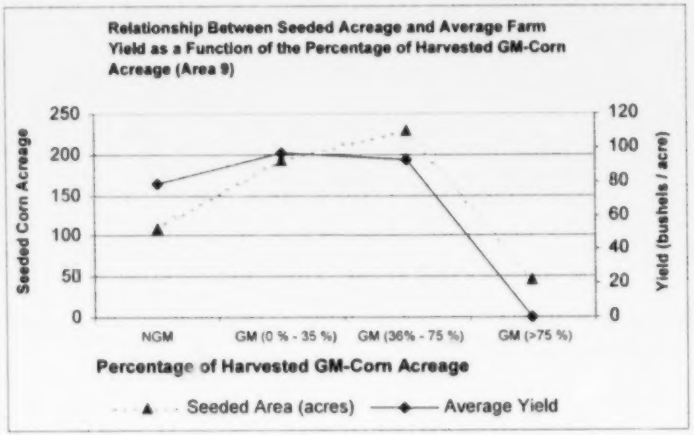


Fig. 15. Relationship Between Total Seeded Corn Acreage and Overall Yield as a Function of the Percentage of Harvested GM-Corn Acreage in Quebec's Main Corn-Producing Areas


Relationship Between Seeded Acreage and Average Farm Yield as a Function of the Percentage of Harvested GM-Corn Acreage (Area 4)
Seeded Corn Acreage
Yield (bushels / acre)
NGM
GM (0 % - 35 %)
GM (36% - 75 %)
GM (>75 %)
Percentage of Harvested GM-Corn Acreage
Seeded Area (acres)
Average Yield


Relationship Between Seeded Acreage and Average Farm Yield as a Function of the Percentage of Harvested GM-Corn Acreage (Area 7)
Seeded Corn Acreage
Yield (bushels / acre)
NGM
GM (0 % - 35 %)
GM (36% - 75 %)
GM (>75 %)
Percentage of Harvested GM-Corn Acreage
Seeded Area (acres)
Average Yield


Relationship Between Seeded Acreage and Average Farm Yield as a Function of the Percentage of Harvested GM-Corn Acreage (Area 9)
Seeded Corn Acreage
Yield (bushels / acre)
NGM
GM (0 % - 35 %)
GM (36% - 75 %)
GM (>75 %)
Percentage of Harvested GM-Corn Acreage
Seeded Area (acres)
Average Yield

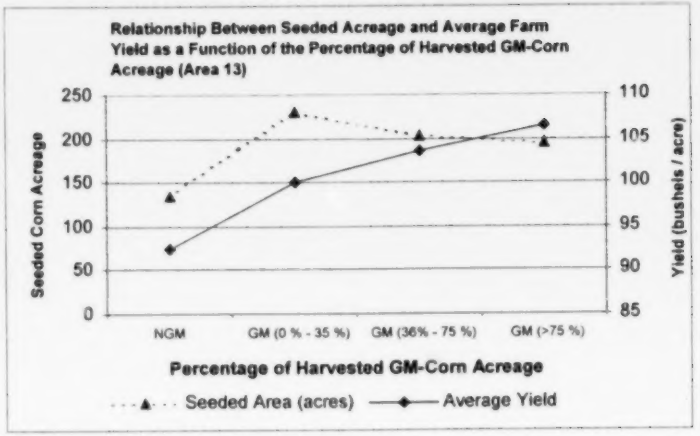

Relationship Between Seeded Acreage and Average Farm Yield as a Function of the Percentage of Harvested GM-Corn Acreage (Area 13)
Seeded Corn Acreage
Yield (bushels / acre)
NGM
GM (0 % - 35 %)
GM (36% - 75 %)
GM (>75 %)
Percentage of Harvested GM-Corn Acreage
Seeded Area (acres)
Average Yield

Fig. 16. Relationship Between Total Seeded Corn Acreage and Overall Yield as a Function of the Percentage of Harvested GM-Corn Acreage in Ontario's Main Corn-Producing Areas

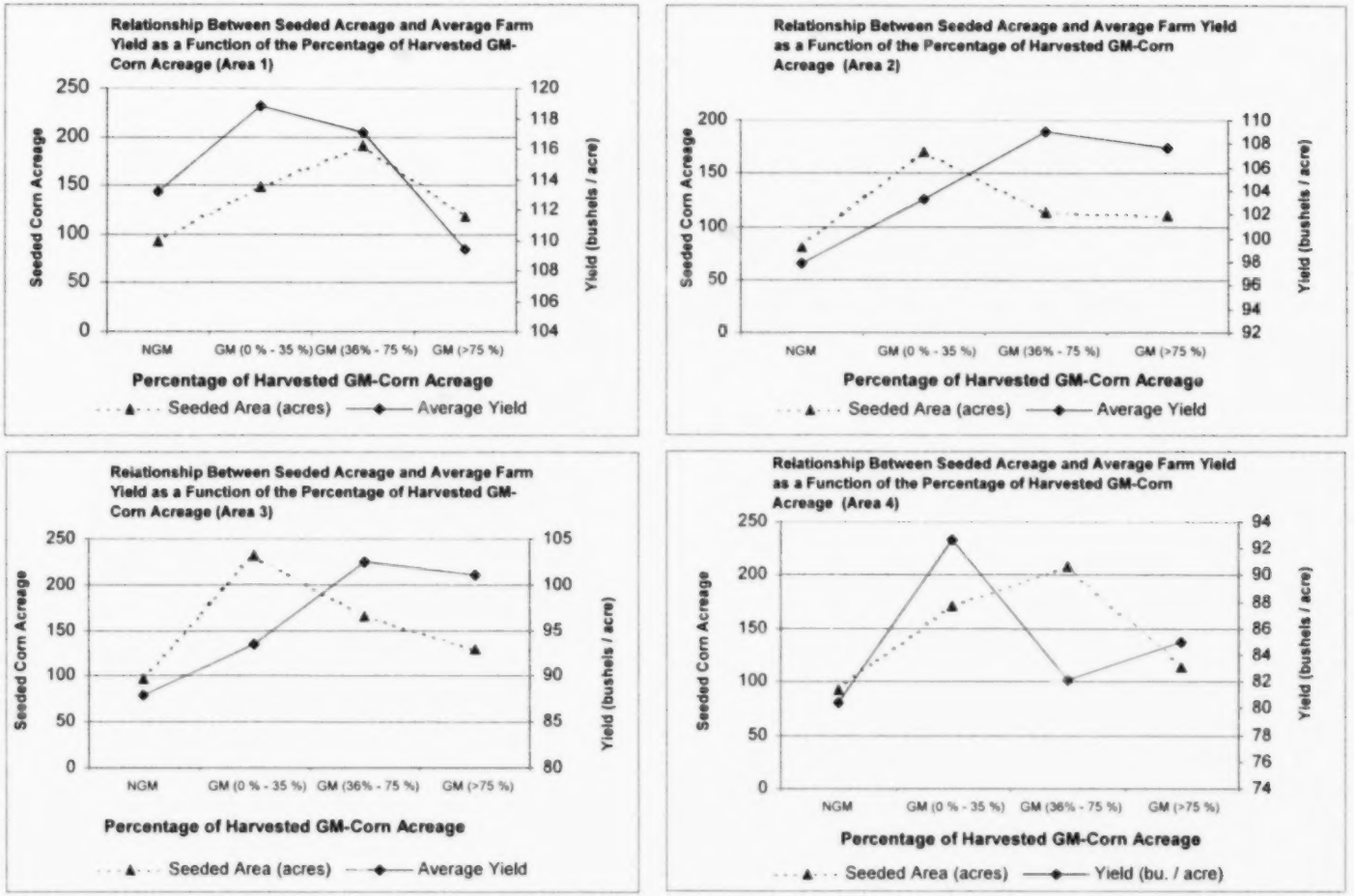

Relationship Between Seeded Acreage and Average Farm Yield as a Function of the Percentage of Harvested GM-Corn Acreage (Area 1)
Seeded Corn Acreage
Yield (bushels / acre)
NGM
GM (0 % - 35 %)
GM (36% - 75 %)
GM (>75 %)
Percentage of Harvested GM-Corn Acreage
Seeded Area (acres)
Average Yield
Relationship Between Seeded Acreage and Average Farm Yield as a Function of the Percentage of Harvested GM-Corn Acreage (Area 2)
Seeded Corn Acreage
Yield (bushels / acre)
NGM
GM (0 % - 35 %)
GM (36% - 75 %)
GM (>75 %)
Percentage of Harvested GM-Corn Acreage
Seeded Area (acres)
Average Yield
Relationship Between Seeded Acreage and Average Farm Yield as a Function of the Percentage of Harvested GM-Corn Acreage (Area 3)
Seeded Corn Acreage
Yield (bushels / acre)
NGM
GM (0 % - 35 %)
GM (36% - 75 %)
GM (>75 %)
Percentage of Harvested GM-Corn Acreage
Seeded Area (acres)
Average Yield
Relationship Between Seeded Acreage and Average Farm Yield as a Function of the Percentage of Harvested GM-Corn Acreage (Area 4)
Seeded Corn Acreage
Yield (bushels / acre)
NGM
GM (0 % - 35 %)
GM (36% - 75 %)
GM (>75 %)
Percentage of Harvested GM-Corn Acreage
Seeded Area (acres)
Yield (bu. / acre)

Fig. 17. GM and NGM Corn Yield as a Function of Ratio of Harvested GM-Corn Acreage to Total Harvested Corn Acreage in Quebec's Main Producing Areas

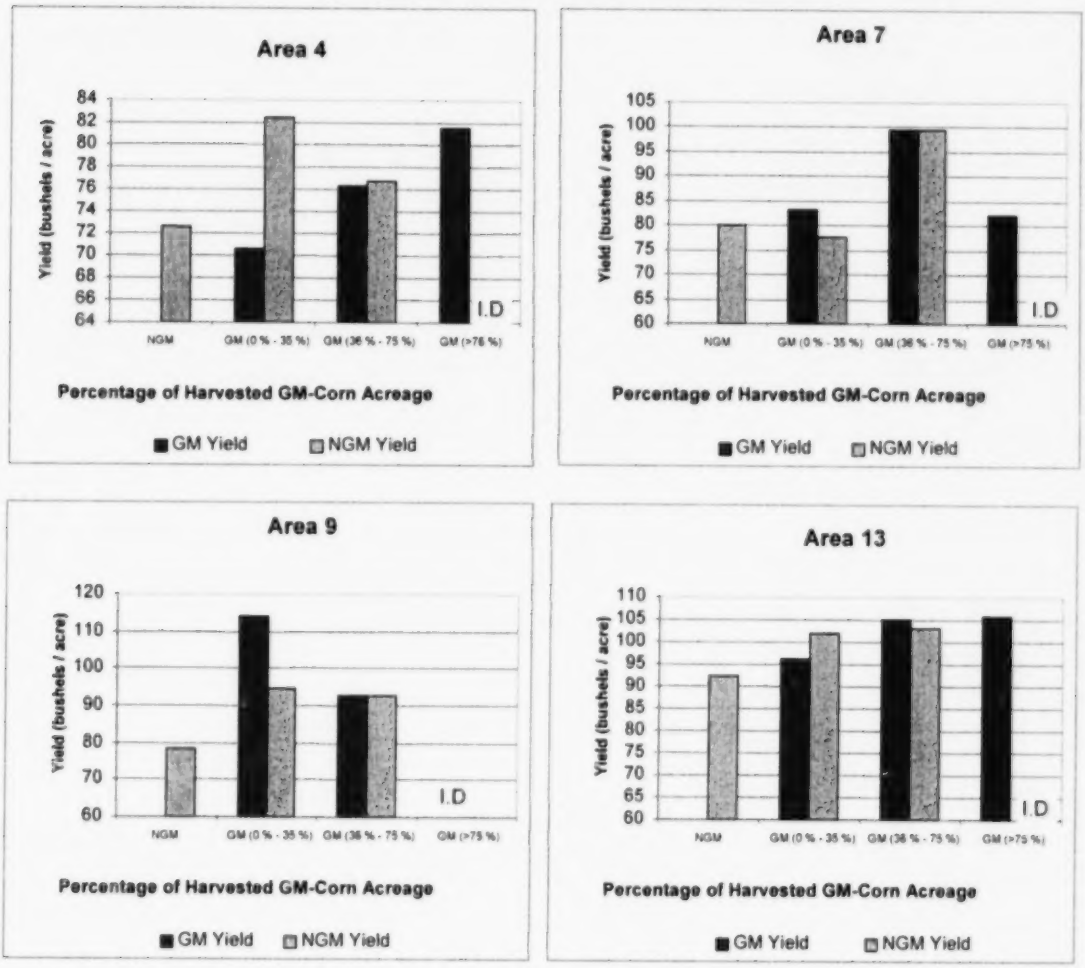
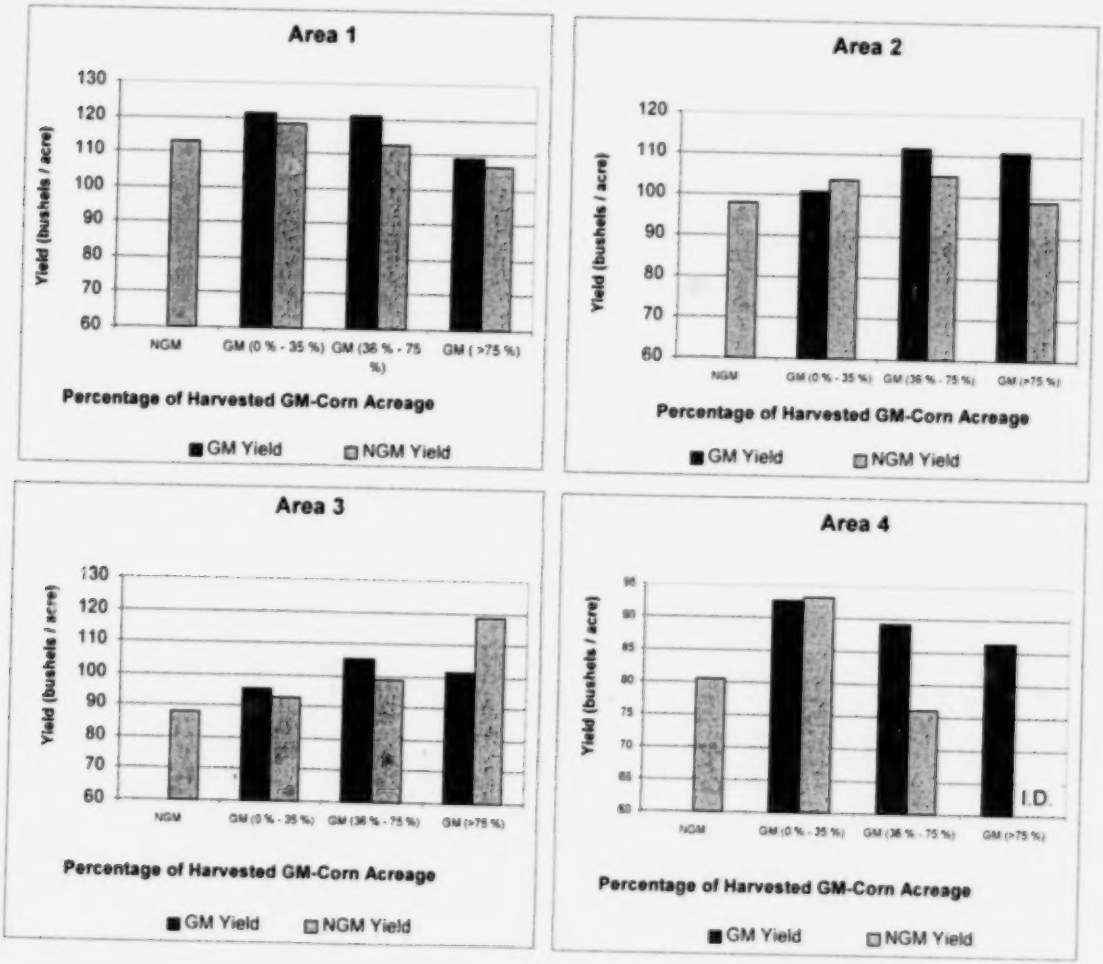


Fig. 18. GM and NGM Corn Yield as a Function of Ratio of Harvested GM-Corn Acreage to Total Harvested Corn Acreage in Ontario's Main Producing Areas



Division de l'agriculture

Document de travail sur l'agriculture et le milieu rural

N° 21-601-MIF

Statistique Canada
Statistics Canada
Canada

Statistique
Canada
Division de l'agriculture

Série de document de travail sur l'agriculture et le milieu rural
Document de travail n°52

Le profil des producteurs de maïs-grain et de soya génétiquement modifiés au Québec et en Ontario

Document produit par
Bernard Hategekimana, Ph. D.
Sous-section des cultures, Section des cultures

Statistique Canada, Division de l'agriculture
Immeuble Jean Talon, 12e étage
Parc Tunney
Ottawa (Ontario) K1A 0T6

Février 2002

L'analyse et l'interprétation des données sont la responsabilité de l'auteur et non celle de Statistique Canada.

Statistique Canada Statistics Canada

Canada

Statistique
Canada
Division de l'agriculture

Séries de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural
Document de travail n° 52

Le profil des producteurs de maïs-grain et de soya génétiquement modifiés au Québec et en Ontario

Publication autorisée par le ministre responsable de Statistique Canada.

© Ministre de l'Industrie, 2002.

Tous droits réservés. Il est interdit de reproduire ou de transmettre le contenu de la présente publication, sous quelque forme que ce soit ou par quelque moyen que ce soit, enregistrement sur support magnétique, reproduction électronique, mécanique, photographique ou autre, ou de l'emmagasiner dans un système de recouvrement, sans l'autorisation écrite préalable des Services de concession des droits de licence, Division du Marketing, Statistique Canada, Ottawa (Ontario), Canada K1A 0T6.

Février 2002

N° 21-601-MIF01052 au catalogue

Périodicité : Occasionnelle

Ottawa

This Publication is available in English upon request (Catalogue no. 21-601-MIE01052)

Note de reconnaissance : Le succès du système statistique du Canada repose sur un partenariat bien établi entre Statistique Canada et la population, les entreprises, et les administrations canadiennes. Sans cette collaboration et cette bonne volonté, il serait impossible de produire des statistiques précises et actuelles.

Table des matières

Résumé 2

I Introduction 3

II. Méthodologie 4

III Résultats 5

Les producteurs de maïs-grain et de soya ont déjà recours aux SGM 5

La proportion de producteurs québécois et ontariens qui ont utilisé des SGM est plus élevée pour le maïs-grain que pour le soya 5

Plus de 40 % des fermes qui ont utilisé des SGM font aussi l'élevage d'animaux 6

Les fermes où les plans de culture sont les plus pratiqués par les producteurs de maïs-grain et de soya au Québec et en Ontario représentent la quasi-totalité des utilisateurs de SGM 6

Les probabilités de trouver des SGM sont faibles si la superficie totale de la ferme est grande et si les proportions de maïs-grain ou de soya sont élevées par rapport aux grandes cultures 7

Le profil des fermes qui utilisent des SGM de maïs-grain et de soya 9

Les données de l'enquête menée en novembre 2000 n'ont pas permis de mesurer l'impact réel des SGM sur les rendements du maïs-grain et du soya 11

Le rendement global moyen provincial des fermes qui n'ont cultivé que du maïs NGM était significativement plus faible que celui des fermes dont une partie de la superficie de maïs récoltée était du maïs GM 15

La différence entre les rendements globaux moyens du maïs NGM et du maïs GM varie d'une région agricole à l'autre 16

Il est difficile d'établir une relation précise entre la proportion de maïs GM récoltée et le rendement du maïs GM ou du maïs NGM 17

Il existe une relation entre la superficie totale de maïs ensemencée et la proportion de maïs GM 17

IV Conclusion et perspectives 19

V Remerciements 19

Annexe 1 20

Annexe 2 22

Le profil des producteurs de maïs-grain et de soya génétiquement modifiés au Québec et en Ontario

Résumé

Au cours des dernières années, l'actualité dans le domaine agricole a porté beaucoup d'attention à la biotechnologie, principalement en ce qui a trait aux produits obtenus en utilisant des semences génétiquement modifiées (SGM). Certains vantent les mérites de ces semences, alors que d'autres les considèrent comme un risque possible, autant pour la santé humaine que pour l'environnement. C'est pour aider le débat public que Statistique Canada a commencé en juin 2000, la collecte de données sur l'utilisation des SGM dans la culture du maïs-grain et du soya au Québec et en Ontario.

Grâce aux données de l'enquête sur les grandes cultures menée en juin 2000, on a évalué les proportions des superficies de soya qui ont été ensemencées de SGM à 16 % au Québec et à 18 % en Ontario. En ce qui concerne le maïs-grain, cette proportion s'établissait à 27 % pour les deux provinces. On retrouve le plus grand nombre de fermes ayant utilisé des SGM dans les régions qui pratiquent davantage ces deux cultures.

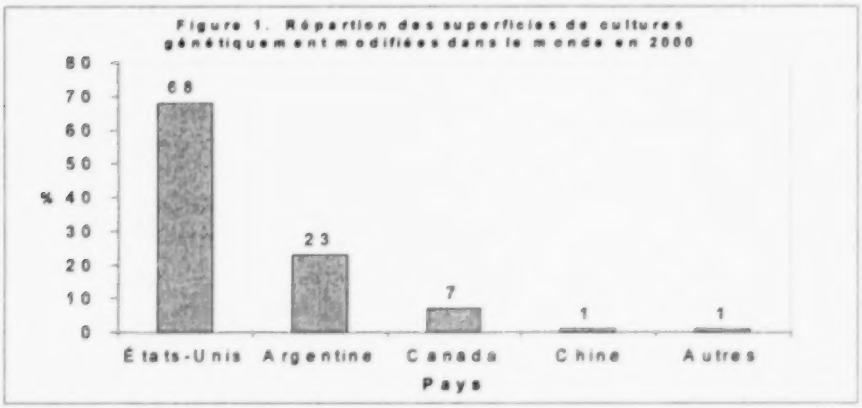
Les fermes qui ont utilisé des SGM se retrouvent dans toutes les catégories de taille de fermes, mais les fermes de petites superficies (moins de 490 acres) ont été plus nombreuses à les employer. Les fermes qui ont utilisé des SGM ont également cultivé une faible proportion de leur superficie totale en maïs-grain ou en soya comparativement à l'ensemble des grandes cultures. Ces fermes faisaient aussi l'élevage d'animaux dans plus de 58 % chez les producteurs de maïs-grain et dans plus de 40 % chez les producteurs de soya.

Selon les données de l'enquête de novembre 2000 sur les grandes cultures, les rendements du maïs-grain génétiquement modifié (GM) sont en moyenne plus élevés que ceux du maïs non génétiquement modifié (NGM), alors que les différences en ce qui a trait aux rendements rapportés du soya ont été plus faibles. Ayant observé beaucoup de variations dans les données de rendements en ce qui concerne les régions agricoles, il est actuellement très difficile d'évaluer, à partir des données d'une seule année, l'impact réel des SGM sur la production et les rendements des deux cultures. Par ailleurs, les conditions climatiques de la saison de culture 2000, caractérisées par une forte humidité et de basses températures au Québec et en Ontario, n'ont pas été favorables aux deux cultures. Dans les deux provinces, ces conditions ont entraîné des baisses de rendement du maïs-grain et du soya.

D'autres années d'observation sont donc nécessaires pour effectuer une analyse plus adéquate. Au cours de 2001 et des années à venir, Statistique Canada planifie de mener des enquêtes sur l'utilisation des SGM dans la culture du maïs et du soja par les producteurs canadiens. Il serait ainsi possible d'obtenir des données statistiques valables pour dresser un premier portrait fiable du processus d'adoption de cette nouvelle technologie. Il sera également possible d'analyser le phénomène d'adoption et d'abandon des SGM par les producteurs, de déterminer l'impact réel de la technologie sur la productivité du maïs et d'évaluer sa rentabilité.

I Introduction

L'actualité dans le domaine agricole est entre autres dominée par le débat sur certains des produits générés par la biotechnologie, et principalement par les produits obtenus en utilisant des semences génétiquement modifiées (SGM). À l'échelle mondiale, on estime que les superficies de cultures ensemencées de SGM ont augmenté de 11 % en 2000, passant de 98,5 millions à 109 millions d'acres. On trouve la quasi-totalité des cultures génétiquement modifiées (GM) sur le continent américain, comme le montre la figure 1. Qu'est-ce que les SGM lorsqu'on parle de maïs-grain ou de soya? Ce sont des semences d'une variété de maïs ou de soya qui, par des techniques de génie génétique, ont vu leur patrimoine génétique modifié par l'incorporation, à l'intérieur de ce dernier, d'un gène étranger prélevé d'une autre espèce ou variété en vue de transférer à l'espèce ou à la variété (d'une même espèce) réceptrice des capacités ou des caractéristiques contrôlées par ce gène chez l'espèce ou la variété donneuse[1].



Source :
Agriweek, Winnipeg (Canada), Centry Publishing, (15 janvier 2001).

Les points de vue sur les avantages et les risques que représentent les produits obtenus des plantes GM sont divergents. Les scientifiques et les compagnies qui vendent les SGM et les produits chimiques qui les accompagnent considèrent que l'utilisation des plantes GM, notamment celles résistantes aux herbicides et aux insectes, est la meilleure solution pour contrôler les ravageurs, réduire l'utilisation des pesticides chimiques et des coûts associés, et augmenter les rendements des cultures. Les fermiers appuient cette vision en précisant que ces plantes GM offrent une plus grande flexibilité dans les pratiques agricoles.

Par contraste, d'autres expriment des inquiétudes en ce qui a trait, entre autres, à l'environnement. On craint notamment que des insectes bénéfiques puissent être affectés et éliminés en même temps que

[1] Dans le cas du maïs Bt (Bt corn), on introduit dans le patrimoine génétique du maïs l'un des gènea Cry1Ab, CryAc ou Cry9C du *Bacillus thuringiensis*, pour le protéger contre la pyrale (un petit papillon) du maïs. Pour le maïs et le soya Roundup Ready, le gène incorporé au maïs et au soya leur permet d'être résistants au Roundup ou glyphosate, un herbicide non sélectif utilisé normalement contre les mauvaises herbes.

ceux contre lesquels on lutte. On craint également les risques d'apparition d'insectes et de mauvaises herbes résistantes et difficiles à contrôler par la suite. Certains pensent même que les aliments provenant des plantes GM pourraient causer des allergies[2].

Ces inquiétudes soulèvent de plus en plus de réactions de sorte que certains pays, comme le Japon, la Corée, l'Australie et la Nouvelle-Zélande, préparent une réglementation sur l'étiquetage des aliments en vue d'identifier ceux qui proviennent de plantes GM. Les consommateurs et la réglementation de la plupart de ces pays exigent, en plus de l'étiquetage[3], la ségrégation des variétés traditionnelles des variétés GM[4]. La solution à ce problème est difficile à trouver. La ségrégation des variétés est une opération techniquement difficile et coûteuse à appliquer tant à la ferme qu'au cours de la manutention et du transport du grain. Selon une enquête récente menée aux États-Unis, la majorité des producteurs n'envisagent pas la ségrégation des variétés étant donné le coût très élevé de l'opération[5].

Étant donné les implications possibles du débat actuel autour des cultures GM sur l'industrie agroalimentaire, tant au Canada qu'ailleurs dans le monde, il est important d'avoir des données objectives sur l'utilisation et les bénéfices de ces cultures.

Cette étude vise à collecter et à rendre disponible l'information sur la culture du soya et du maïs-grain GM au Canada pour avoir un débat éclairé sur le sujet.

II Méthodologie

La présente étude a pour objectif principal d'analyser en détail, les données d'enquêtes sur les grandes cultures d'au moins trois campagnes. Elle permettra ainsi d'établir le profil des producteurs qui ensemencent une partie ou la totalité de leurs superficies de maïs-grain ou de soya GM.

Parallèlement à cet objectif, l'étude veut présenter, d'une part, une évaluation de l'impact réel de l'utilisation des SGM sur les rendements des deux cultures et, d'autre part, une analyse de l'évolution des superficies qui leur sont consacrées et du processus de leur adoption comme intrant agricole.

Notre hypothèse de travail est la suivante : les producteurs expérimentent et adoptent de nouvelles technologies pour répondre à des besoins précis et accroître leur performance. Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons examiné les caractéristiques des fermes susceptibles de justifier l'utilisation des SGM ainsi que les autres caractéristiques qu'elles peuvent avoir en commun (tableau 1). Comme analyse, nous avons appliqué aux données des modèles logistiques en utilisant le progiciel Wesvar Complex Samples 3.0; les résultats sont présentés au tableau 3. Nous avons également calculé certains indices d'intérêt tels que le pourcentage de fermes productrices de maïs-grain et de soya qui ont utilisé des SGM et le pourcentage de fermes qui ont utilisé des SGM et qui faisaient l'élevage d'animaux (sections suivantes). Les données sur les rendements sont fondées sur les données relatives aux rendements recueillies à l'aide de l'enquête de novembre 2000. Nous avons effectué l'analyse des

---

[2] J. Fernandez-Cornejo et W. McBride, *Genetically Engineered Crops for Pest Management*, Economic Research Service (USDA), 2000.

[3] Au Canada, la loi actuelle exige l'étiquetage des produits lorsqu'il y a des changements dans la valeur nutritionnelle, la toxicité ou les éléments allergènes de l'aliment.

[4] Economic Research Service (USDA), « Biotechnology: U.S. Grain handlers look ahead », *Agricultural Outlook*, article spécial, avril 2000.

[5] *Agriweek*, Winnipeg (Canada), Centry Publishing, (15 janvier 2001).

données au moyen de la procédure DESCRIPT du progiciel SUDAAN 7.5. Veuillez noter que, dans le cadre de la présente étude, nous avons considéré comme incertaines les estimations de rendement dont le coefficient de variation (c.v.) est supérieur à 25; par conséquent, il n'ont pas été rapportées.

Tableau 1. **Aperçu des variables dépendantes et indépendantes utilisées dans le modèle**

Variable	Description	Québec et Ontario		Québec		Ontario	
		Moyenne	c.v. (%)	Moyenne	c.v. (%)	Moyenne	c.v. (%)
Variables expliquées							
d261 (dichotomique)	Utilisation de SGM de soya	0,16	4	0,10	11	0,18	5
d260 (dichotomique)	Utilisation de SGM de maïs-grain	0,27	3	0,35	5	0,24	4
Variables explicatives							
C201	Superficie totale exploitée	324	1	341	2	319	1
Pmaïs	Ratio entre la superficie de maïs-grain et celle de grandes cultures	0,46	1	0,62	2	0,40	2
Psoya	Ratio entre la superficie de soya et celle de grandes cultures	0,37	2	0,18	6	0,43	2
Âge	Âge du gestionnaire de la ferme	53	1	50	1	53	1

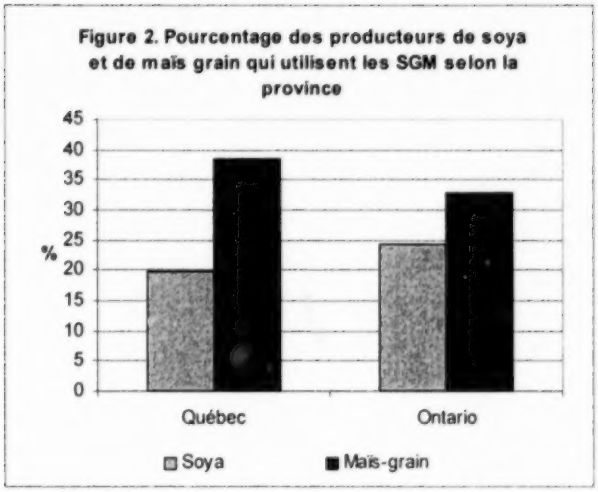
III Résultats

Les producteurs de maïs-grain et de soya ont déjà recours aux SGM

L'enquête sur les grandes cultures de juin 2000 a été menée auprès de 33 571 fermes, dont 9 417 dans les seules provinces du Québec et de l'Ontario. Elle a révélé que 16 % de la superficie de soya au Québec a été ensemencée de soya GM et qu'en Ontario, il s'agissait de 18 %. Ce pourcentage s'établissait à 27 % pour le maïs-grain dans les deux provinces.

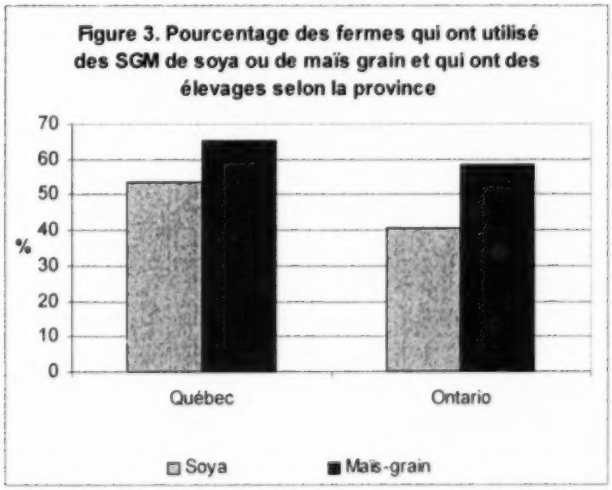
La proportion de producteurs québécois et ontariens qui ont utilisé des SGM est plus élevée pour le maïs-grain que pour le soya

Le pourcentage de producteurs de maïs-grain qui ont utilisé des SGM est de 38 % pour le Québec et de 33 % pour l'Ontario. Quant au soya, les proportions sont respectivement de 20 % pour le Québec et de 24 % pour l'Ontario (figure 2).



Plus de 40 % des fermes qui ont utilisé des SGM font aussi l'élevage d'animaux

Au Québec, 65 % des fermes productrices de maïs-grain qui ont utilisé des SGM font aussi l'élevage d'animaux; ce pourcentage s'établit à 54 % chez les producteurs de soya. En Ontario, chez les producteurs ayant eu recours aux SGM, 58 % des producteurs de maïs-grain et 41 % des producteurs de soya font l'élevage d'animaux (figure 3).



Les fermes où les plans de culture[6] sont les plus pratiqués par les producteurs de maïs-grain et de soya au Québec et en Ontario représentent la quasi-totalité des utilisateurs de SGM

[6] Un plan de culture représente la répartition des différentes cultures que le producteur effectuera au cours d'une saison de culture. Ainsi, si le producteur a cultivé seulement du maïs-grain cette année, le plan de culture sera « maïs-grain seul »; par contre, si le producteur a cultivé à la fois du maïs-grain et du soya au cours de cette année, le plan de culture sera « maïs-grain et soya ».

Les plans de culture qui ont été pratiqués au cours de 2000 par les producteurs de maïs-grain et de soya au Québec et en Ontario sont présentés au tableau 2. Les résultats montrent que le plan de culture le plus pratiqué au Québec est « maïs-grain et soya » et en Ontario, « maïs-grain, soya et blé d'hiver ».

Tableau 2. **Principaux plans de culture pratiqués par les producteurs de maïs-grain et de soya au Québec et en Ontario au cours de 2000**

	Pourcentage de producteurs de maïs-grain et de soya qui ont pratiqué le plan de culture	
Plan de culture	Québec	Ontario
Maïs-grain, soya et blé d'hiver	0	24
Maïs-grain et soya	26	20
Maïs-grain seul	24	13
Soya seul	5	13
Soya et blé d'hiver	0	8
Maïs-grain et orge	15	5
Maïs-grain, soya et orge	12	3
Maïs-grain et avoine	6	1
Autres	12	13

En Ontario, si l'on ne considère que les fermes ayant utilisé des SGM de maïs-grain ou de soya, un pourcentage élevé de celles-ci (78 % pour le soya et 74 % pour le maïs-grain) se retrouvent parmi les fermes qui pratiquaient l'un des quatre plans de culture suivants :

1. maïs-grain, soya et blé d'hiver (33 % de maïs-grain GM et 33 % de soya GM);
2. maïs-grain et soya (30 % de maïs-grain GM et 28 % de soya GM);
3. maïs-grain seul (11 % de maïs-grain GM);
4. soya seul (17 % de soya GM).

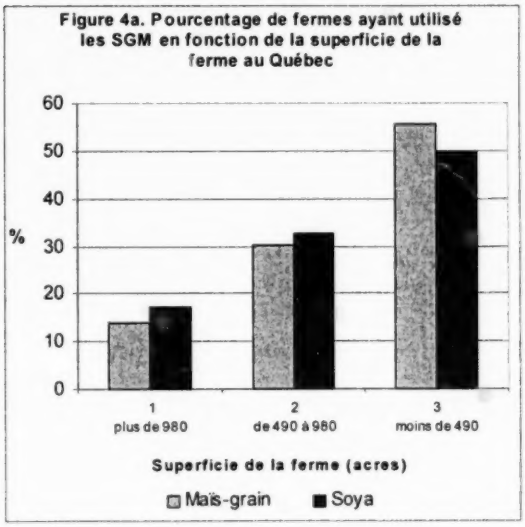
Au Québec, sur l'ensemble des fermes qui ont eu recours aux SGM, 87 % de celles ayant utilisé des SGM de soya et 79 % de celles ayant utilisé des SGM de maïs-grain se retrouvent parmi les fermes qui pratiquaient l'un des quatre plans de cultures suivants :

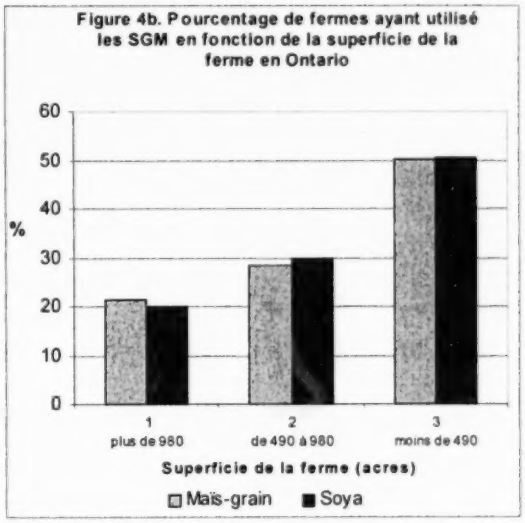
1. maïs-grain et soya (40 % de maïs-grain GM et 45 % de soya GM);
2. maïs-grain seul (23 % de maïs-grain GM);
3. maïs-grain, soya et orge (16 % de maïs-grain GM et 26 % de soya GM);
4. soya seul (16 % de soya GM).

Les probabilités de trouver des SGM sont faibles si la superficie totale de la ferme est grande et si les proportions de maïs-grain ou de soya sont élevées par rapport aux grandes cultures

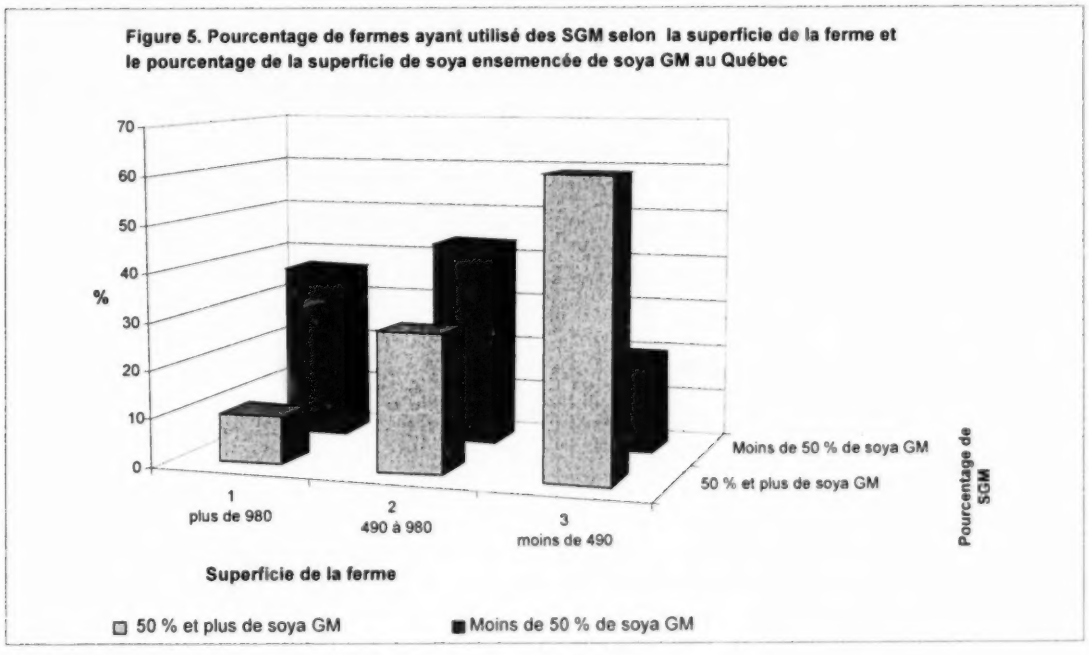
Bien que toutes les catégories de taille de fermes utilisent des SGM, ce sont les fermes de petite superficie (moins de 490 acres) qui les emploient davantage (figures 4a et 4b; tableau 3). C'est également dans cette dernière catégorie que l'on observe un plus grand nombre de fermes ayant ensemencé leurs champs de maïs-grain GM ou de soya GM.

Figures 4a et 4b. **Pourcentage de fermes utilisant des SGM selon la superficie de la ferme et la province**





Pour ce qui est du soya au Québec, la figure 5 montre que le pourcentage de fermes ayant ensemencé 50 % et plus de leurs champs de soya GM est plus important dans la catégorie des fermes de moins de 490 acres. Par contraste, le pourcentage de fermes ayant ensemencé moins de 50 % de leurs champs de soya GM est plus important dans les fermes de plus grandes superficies.



Par rapport à la superficie totale des principales grandes cultures (blé, maïs-grain, soya, avoine et orge), les fermes dont la part du maïs-grain (pmaïs) ou du soya (psoya) était faible sont celles qui ont été les plus nombreuses à utiliser des SGM (tableau 3).

Tableau 3. **Modèles logistiques des caractéristiques des fermes ayant ensemencé une partie de leur superficie de maïs-grain GM ou de soya GM**

	Québec		**Ontario**	
	Estimation		**Estimation**	
Paramètre	*SGM de soya*	*SGM de maïs-grain*	*SGM de soya*	*SGM de maïs-grain*
F-Fit test	2,3942*	11,6804***	5,6734***	12,9168***
Intercept	2,2096***	1,9466***	1,1351***	0,7037**
C201	-0,0006**	-0,0011***	-0,0004***	-0,0008***
Psoya	-1,6586**		-0,2182	
Pmaïs		-1,5215***		-0,063
Âge	0,0009	-0,0006	0,0052	0,0067

*** : significatif à 1 %
** : significatif à 5 %
* : significatif à 10 %

Le profil des fermes qui utilisent des SGM de maïs-grain et de soya

1. Les SGM de maïs-grain et de soya sont utilisées par toutes les fermes de toutes tailles. Voilà une indication que les SGM semblent intéresser tous les producteurs de maïs-grain et de soya en tant que solution pour contrôler les mauvaises herbes et les ravageurs de ces cultures.

2. Même si les fermes sont plus nombreuses à utiliser des SGM de maïs-grain, le pourcentage de superficies où l'on a recours aux SGM demeure faible. Bien que le marché des produits de SGM soit encore incertain, beaucoup de producteurs semblent s'y intéresser; ils semblent ensemencer de petites superficies - juste assez pour leur autoconsommation ou pour le marché local moins contraignant en ce qui concerne le contrôle de la qualité des produits, étant donné l'utilisation qui en est faite.

3. Les fermes dont la superficie totale exploitée est petite sont celles où l'on retrouve le plus de SGM de maïs-grain ou de soya comparativement aux fermes dont la superficie totale exploitée est plus grande. Plus la ferme est petite, plus il semble y avoir de la flexibilité dans l'adoption de nouvelles technologies comme les SGM. En effet, il se peut que plus la ferme est petite: moins elle possède de gros équipements pour appliquer les pesticides et, par conséquent, elle puisse adopter de nouvelles technologies sans beaucoup de risques de pertes financières;

4. Au Québec et en Ontario, plus de 70 % des SGM se retrouvent parmi les fermes qui pratiquaient comme plans de culture le maïs-grain ou le soya seuls et les deux principaux plans de culture suivants, maïs-grain et soya (Québec), ainsi que maïs-grain, soya et blé d'hiver (Ontario). Cela illustre l'intérêt que représentent les SGM pour les diverses

catégories de plans de culture et, par conséquent, pour les différentes catégories de producteurs de maïs-grain et de soya des deux provinces.

5. Les fermes dont la taille et la part du maïs-grain ou du soya sont petites par rapport aux grandes cultures ont utilisé plus de SGM que les autres fermes. En outre, les fermes très spécialisées dans les deux cultures (maïs-grain et soya) adopteraient timidement cette nouvelle technologie; cela s'explique bien en raison du marché dont dépendent de telles fermes. L'activité principale des fermes qui ont utilisé le plus des SGM n'est donc pas la culture du maïs-grain ou du soya.

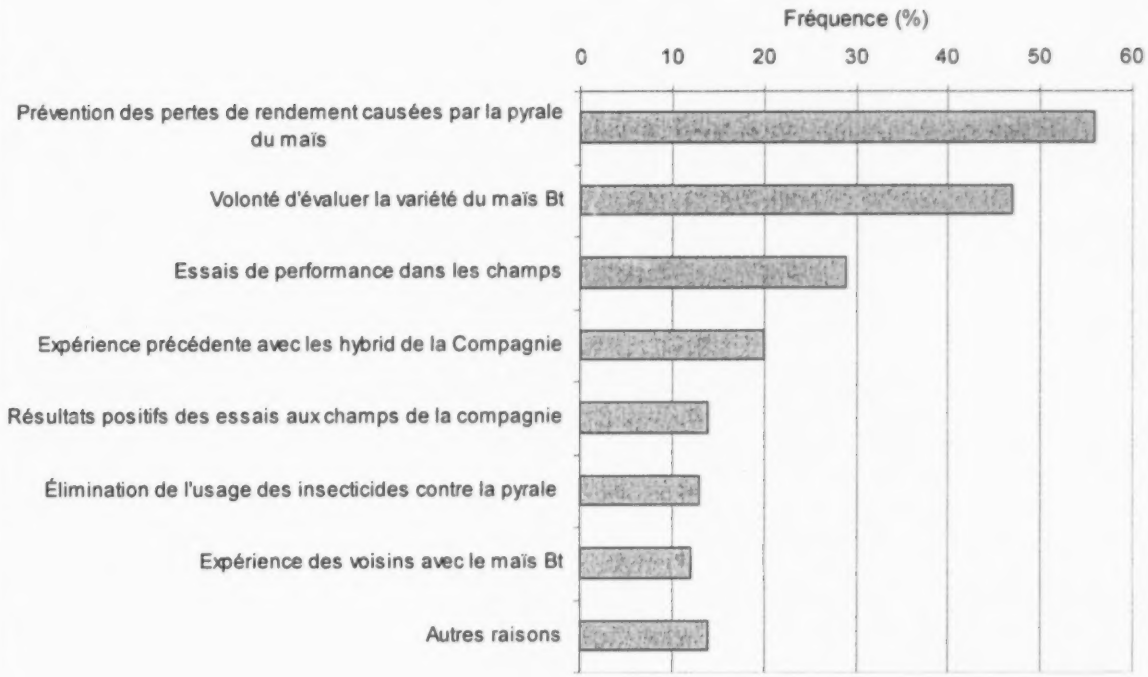
6. Les fermes qui ont utilisé des SGM font aussi l'élevage d'animaux. Les fermes de petites tailles et qui font l'élevage d'animaux sont souvent des fermes à temps partiel faisant l'élevage de bovins de boucherie et produisant du foin. Par conséquent, on doit s'attendre à ce que les fermes ayant utilisé des SGM, spécialement pour le maïs-grain, utilisaient leur production pour leurs propres besoins, notamment pour nourrir leurs animaux.

Dans le cadre de la validation des résultats des modèles logistiques, les producteurs nous ont confié que les SGM de maïs-grain et de soya Roundup Ready leur ont permis de mieux contrôler les mauvaises herbes avec une plus grande flexibilité; ainsi, ils ont manipulé moins de produits et le nombre de traitements a diminué. Sur le plan environnemental, les producteurs considèrent entre autres que le Roundup Ready est un produit qui laisse moins de résidus dans le sol que les autres produits. À la suite de l'enquête menée auprès des producteurs de maïs en Ontario sur la mise en application des recommandations concernant l'utilisation des refuges pour contrôler le développement de la résistance de la pyrale du maïs au maïs Bt, Powell et ses collaborateurs (1999) rapportent que la principale raison qui explique l'utilisation des SGM de maïs est la prévention des pertes de rendement de maïs causées par la pyrale. Voilà du moins ce qu'indiquent 56 % des réponses. La volonté d'évaluer la variété du maïs Bt vient au second rang (figure 6)[7]. Ces raisons vont dans le même sens que celles évoquées précédemment, indiquant que les producteurs utilisent des SGM pour contrôler la pyrale du maïs. Certains producteurs sont encore au stade de l'expérimentation afin de déterminer si l'usage des SGM est susceptible de faciliter les pratiques agricoles.

---

[7] D.A. Powell, S.E. Grant et S. Lastovic, « A survey of Ontario corn producers to assess compliance with refugia recommendations to manage development of resistance to genetically engineered Bt_corn in the european corn Borer », rapport technique, n° 10, 21 juillet 1999, adresse Internet : <http://www.plant.uoguelph.ca/safefood> (consulté le 23mars 2001).

Figure 6. **Raisons pour lesquelles les producteurs de l'Ontario cultivent le maïs Bt**


Fréquence (%)
0
10
20
30
40
50
60
Prévention des pertes de rendement causées par la pyrale du maïs
Volonté d'évaluer la variété du maïs Bt
Essais de performance dans les champs
Expérience précédente avec les hybrid de la Compagnie
Résultats positifs des essais aux champs de la compagnie
Élimination de l'usage des insecticides contre la pyrale
Expérience des voisins avec le maïs Bt
Autres raisons

Source des données:

D.A. Powell, S.E. Grant et S. Lastovic, « A survey of Ontario corn producers to assess compliance with refugia recommendations to manage development of resistance to genetically engineered Bt_corn in the european corn Borer », rapport technique, n° 10, 21 juillet 1999, adresse Internet : <http://www.plant.uoguelph.ca/safefood> (consulté le 23 mars 2001).

Les producteurs sont très satisfaits des résultats des SGM comme moyen de contrôle de la pyrale du maïs. Ils indiquent que la production obtenue au moyen de SGM est utilisée uniquement pour leurs besoins en raison de la demande réduite pour ce type de production sur le marché.

Les données de l'enquête menée en novembre 2000 n'ont pas permis de mesurer l'impact réel des SGM sur les rendements du maïs-grain et du soya

Il est difficile de mesurer l'impact réel des SGM de maïs-grain ou de soya sur les rendements des deux cultures à partir des données de l'enquête sur les grandes cultures menée en novembre 2000. En effet, les conditions climatiques de la saison de culture 2000, caractérisées par une forte humidité et de basses températures au Québec et en Ontario, n'ont pas été favorables à ces deux cultures. Ces conditions ont entraîné des baisses de rendement du maïs-grain et du soya dans les deux provinces.

En Ontario, les rendements du maïs-grain ont chuté de 23,2 boisseaux à l'acre par rapport à l'année précédente, tandis qu'ils ont connu un déclin de 36,0 boisseaux à l'acre au Québec. Pour le soya, le

rendement moyen a été de 37,9 boisseaux à l'acre comparativement à 41,2 boisseaux à l'acre pour la saison de culture précédente[8].

Malgré la variabilité régionale et la diminution des rendements du maïs, l'analyse statistique montre que le rendement moyen du maïs-grain GM est significativement plus élevé que le rendement moyen du maïs-grain non génétiquement modifié (NGM) à l'échelle provinciale. Au Québec, le rendement du maïs-grain GM s'établissait à 101,2 boisseaux à l'acre, ce qui représente environ 11 boisseaux de plus à l'acre que le rendement du maïs-grain NGM, lequel atteignait 89,7 boisseaux à l'acre. En Ontario, le rendement du maïs-grain GM s'établissait à 109,0 boisseaux à l'acre contre 104,2 boisseaux à l'acre pour le maïs-grain NGM, soit environ 5 boisseaux de plus à l'acre (tableaux 4 et 5).

Tableau 4. **Comparaison des moyennes de rendement du maïs-grain GM et du maïs-grain NGM selon la superficie réservée à chaque type de variété de maïs au Québec**

Niveau d'analyse	Groupe	Moyenne de rendement	c.v. (%)	Comparaisons entre les rendements (A — B)	Différence de rendement	Test T
Province	GM	101,2	3	GM — NGM	11,5	3,14***
	NGM	89,7	2			
Région 4[9]	GM	81,9	7	GM — NGM	6,0	0,93
	NGM	75,9	4			
Région 7	GM	80,9	8	GM — NGM	3,2	0,53
	NGM	77,7	4			
Région 9	GM	91,7	9	GM — NGM	22,8	1,73*
	NGM	68,9	15			
Région 13	GM	105,6	3	GM — NGM	7,9	1,81*
	NGM	97,7	2			

GM : génétiquement modifié
NGM : non génétiquement modifié
*** : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,01
** : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,05
* : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,1

[8] Statistique Canada, « Estimation de novembre de la production des principales grandes cultures, Canada, 2000 », *Série de rapports sur les grandes cultures*, produit n° 22-002-XPB au catalogue, vol. 79, n° 8, 2000.

[9] Principales régions agricoles productrices de maïs en Ontario et au Québec:

Ontario		Québec	
Région No.	Nom de la Région agricole	Région No.	Nom de la Région agricole
1	Sud de l'Ontario	4	Mauricie-Bois-Francs
2	Ouest de l'Ontario	7	Lanaudière
3	Centre de l'Ontario	9	Laurentides
4	Est de l'Ontario	13	Montérégie

Tableau 5. **Comparaison des moyennes de rendement du maïs-grain GM et du maïs-grain NGM selon la superficie réservée à chaque type de variété de maïs en Ontario**

Niveau d'analyse	Groupe	Moyenne de rendement	c.v. (%)	Comparaisons entre les rendements (A — B)	Différence de rendement	Test T
Province	GM	109,0	1	GM — NGM	4,8	2,86***
	NGM	104,2	1			
Région 1	GM	118,4	2	GM — NGM	4,6	2,06**
	NGM	113,8	1			
Région 2	GM	108,1	2	GM — NGM	7,1	2,92***
	NGM	101,0	1			
Région 3	GM	98,6	4	GM — NGM	2,0	0,29
	NGM	96,6	4			
Région 4	GM	90,9	5	GM — NGM	9,2	1,96*
	NGM	81,7	3			

GM : génétiquement modifié
NGM : non génétiquement modifié
*** : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,01
** : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,05
* : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,1

Au Québec, le rendement du soya GM était de 38,6 boisseaux à l'acre, soit environ 1,5 boisseau de plus que le soya NGM. Quant à l'Ontario, la différence de rendement était d'environ 1,0 boisseau à l'acre en faveur du soya GM, dont le rendement était de 38,9 boisseaux à l'acre.

Les résultats indiquent qu'il y a eu des baisses de rendements du soya tant au Québec qu'en Ontario, ce qui est, comme dans le cas du maïs, attribuable aux semis tardifs causés par le temps humide qui a prévalu dans les deux régions au début de la saison de culture. Les rendements étaient encore plus faibles au Québec, probablement en raison des effets néfastes des deux périodes de gel en fin de saison.

Afin de mesurer l'impact de l'utilisation des SGM sur le rendement obtenu par le producteur, nous avons comparé les rendements moyens des producteurs ayant ensemencé la totalité de leurs superficies de maïs GM (FGM) avec ceux des producteurs ayant ensemencé leurs champs à la fois de maïs ordinaire et de maïs GM (FGNGM), ainsi qu'avec ceux des producteurs ayant ensemencé seulement du maïs ordinaire (FNGM).

À l'échelle provinciale, les résultats montrent que, au Québec comme en Ontario, les rendements moyens du maïs-grain chez les producteurs FGM et les producteurs FGNGM n'étaient pas statistiquement différents (tableaux 6 et 7). En Ontario, les rendements moyens de maïs chez les producteurs FGM et FGNGM ont été significativement plus élevés que les rendements moyens chez les producteurs FNGM à l'échelle provinciale et dans les régions agricoles 3 et 4 (tableau 7). On a observé les mêmes résultats à l'échelle provinciale et dans la région agricole 13 au Québec (tableau 6).

Dans le cas du soya, il n'y a pas de différence significative entre les rendements moyens du soya GM et ceux du soya NGM tant en Ontario qu'au Québec. Ces résultats corroborent les déclarations des

producteurs qui considèrent que pour le soya, il n'existe pas encore de variété GM qui permet d'augmenter le rendement. Dans les sections qui suivent, les analyses porteront uniquement sur les données de rendement du maïs-grain à l'échelle provinciale et pour les quatre principales régions agricoles de chaque province étudiée. Nous avons déterminé les régions agricoles à retenir pour l'analyse en fonction du nombre de producteurs qui ont ensemencé du maïs.

Tableau 6. **Comparaison des rendements moyens du maïs-grain selon le rendement global[‡] de la ferme au Québec**

Niveau d'analyse	Type de ferme	Moyenne de rendement	c.v. (%)	Comparaisons entre les rendements (A — B)	Différence de rendement	Test T
Province	FGNGM	96,8	2	FGNGM — FGM	-0,5	0,94
	FGM	97,3	7	FGNGM — FNGM	12,6	4,12***
	FNGM	84,2	2	FGM — FNGM	13,1	1,97**
Région 4	FGNGM	78,8	6	FGNGM — FGM	...	–
	FGM	d.i.	–	FGNGM — FNGM	6,2	1,02
	FNGM	72,6	5	FGM — FNGM	...	–
Région 7	FGNGM	83,8	7	FGNGM — FGM	-1,9	0,13
	FGM	85,7	16	FGNGM — FNGM	3,8	0,47
	FNGM	80,0	7	FGM — FNGM	5,7	0,39
Region 9	FGNGM	95,3	9	FGNGM — FGM	...	–
	FGM	d.i.	–	FGNGM — FNGM	16,9	1,69*
	FNGM	74,4	7	FGM — FNGM	...	–
Région 13	FGNGM	102,8	3	FGNGM — FGM	-2,8	0,42
	FGM	105,6	6	FGNGM — FNGM	10,3	2,80***
	FNGM	92,5	3	FGM — FNGM	13,1	1,97**

FGM : producteurs ayant ensemencé la totalité de leurs superficies de maïs GM
FGNGM : producteurs ayant ensemencé leurs champs à la fois de maïs ordinaire et de maïs GM
FNGM : producteurs ayant ensemencé seulement du maïs ordinaire
*** : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,01
** : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,05
* : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,1
‡ : rendement moyen du maïs à la ferme sans tenir compte des variétés (GM ou NGM)
d.i. : données incertaines
... : n'ayant pas lieu de figurer
– : néant ou zéro

Tableau 7. **Comparaison des rendements moyens du maïs-grain selon le rendement global‡ de la ferme en Ontario**

Niveau d'analyse	Type de ferme	Moyenne de rendement	c.v. (%)	Comparaisons entre les rendements (A — B)	Différence de rendement	Test T
Province	FGNGM	107,2	1	FGNGM — FGM	2,4	0,67
	FGM	104,8	3	FGNGM — FNGM	5,0	2,98***
	FNGM	102,2	1	FGM — FNGM	2,6	0,76
Région 1	FGNGM	116,6	2	FGNGM — FGM	8,2	1,19
	FGM	108,4	6	FGNGM — FNGM	3,4	1,40
	FNGM	113,2	1	FGM — FNGM	-4,8	0,71
Région 2	FGNGM	107,0	2	FGNGM — FGM	-0,2	0,04
	FGM	107,3	4	FGNGM — FNGM	9,2	3,64***
	FNGM	97,8	2	FGM — FNGM	9,4	1,89*
Région 3	FGNGM	99,9	3	FGNGM — FGM	-1,0	0,20
	FGM	100,9	4	FGNGM — FNGM	11,9	2,65***
	FNGM	87,9	4	FGM — FNGM	13,0	2,22**
Région 4	FGNGM	85,8	4	FGNGM — FGM	0,7	0,10
	FGM	85,1	8	FGNGM — FNGM	5,4	1,22
	FNGM	80,4	3	FGM — FNGM	4,7	0,68

FGM : producteurs ayant ensemencé la totalité de leurs superficies de maïs GM
FGNGM : producteurs ayant ensemencé leurs champs à la fois de maïs ordinaire et de maïs GM
FNGM : producteurs ayant ensemencé seulement du maïs ordinaire
*** : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,01
** : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,05
* : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,1
‡ : rendement moyen du maïs à la ferme sans tenir compte des variétés (GM ou NGM)

Le rendement global moyen[10] provincial des fermes qui n'ont cultivé que du maïs NGM était significativement plus faible que celui des fermes dont une partie de la superficie de maïs récoltée était du maïs GM

Au Québec et en Ontario, à l'échelle provinciale, le rendement global moyen des fermes cultivant du maïs NGM était significativement plus faible par rapport au rendement global moyen des fermes dont la superficie récoltée — entre 0 % et 75 % — était du maïs GM (figures 7 et 8; tableaux 8 et 9 de l'annexe 1). Au Québec, les fermes ayant récolté seulement du maïs NGM ont obtenu un rendement global moyen plus faible que les fermes dont plus de 75 % des superficies récoltées étaient du maïs GM (tableau 8 de l'annexe 1).

[10] Rendement du maïs basé sur la superficie totale récoltée sans tenir compte des variétés (GM ou NGM).

Figure 7. **Rendement global moyen du selon de la part de maïs GM récoltée en pourcentage au Québec**

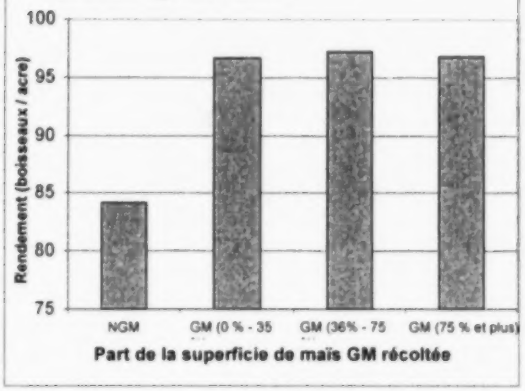
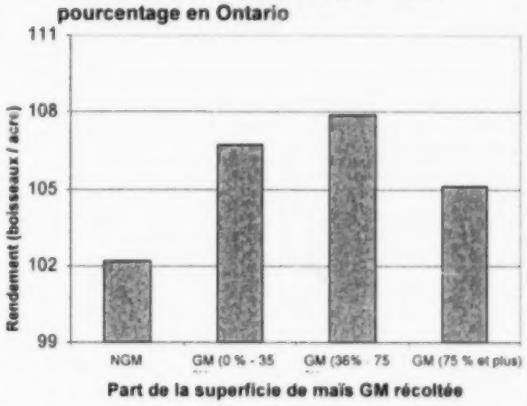


Figure 8. **Rendement global moyen du selon de la part de maïs GM récoltée en pourcentage en Ontario**



La différence entre les rendements globaux moyens du maïs NGM et du maïs GM varie d'une région agricole à l'autre

Au Québec et dans la principale région productrice de maïs (région 13), le rendement global moyen des fermes cultivant seulement du maïs NGM était significativement plus faible que celui des fermes dont la superficie de maïs récoltée comprenait plus de 35 % de maïs GM. Dans toutes les autres régions, aucune différence significative n'est observée, à l'exception de la région 4, où le rendement global des fermes qui cultivaient seulement du maïs NGM était significativement plus faible que celui des fermes qui cultivaient du maïs GM — à raison de 35 % à 75 % de toute la superficie totale de maïs récoltée (tableau 8 de l'annexe 1; figure 13 de l'annexe 2).

En Ontario, dans les régions agricoles 2 et 3, le rendement global moyen des fermes cultivant seulement du maïs NGM était significativement plus faible que celui des fermes dont la superficie de maïs récoltée comprenait plus de 35 % de maïs GM. Cependant, dans la région 1, le rendement global moyen de maïs chez les fermes cultivant seulement du maïs NGM était statistiquement plus faible que celui des fermes dont la superficie de maïs GM récoltée se situait entre 35 % et 75 % de la superficie totale de maïs récoltée. Dans la région 4, cette situation s'observait chez les fermes qui cultivaient seulement du maïs NGM et celles dont la superficie de maïs GM récoltée variait entre 0 % et 35 % de la superficie totale de maïs récoltée (tableau 9 de l'annexe 1; figure 14 de l'annexe 2).

Les résultats montrent que le maïs GM a un impact significatif sur le rendement global. Au Québec, les fermes ayant cultivé une partie ou la totalité de leur superficie avec du maïs GM ont obtenu en moyenne un rendement plus élevé, soit de 12,5 à 13,0 boisseaux à l'acre, selon la proportion de maïs GM. En Ontario, le rendement était plus élevé, passant de 2,9 à 5,7 boisseaux à l'acre. En ce qui concerne les régions agricoles, l'ampleur de l'impact du maïs GM sur le rendement global varie d'une région à l'autre. Étant donné les mauvaises conditions qui ont caractérisé la saison de culture du maïs, il est très difficile en ce moment de juger de l'impact réel qu'aurait eu le maïs GM sur le rendement global moyen du maïs dans des conditions normales de production.

Il est difficile d'établir une relation précise entre la proportion de maïs GM récoltée et le rendement du maïs GM ou du maïs NGM

Les résultats montrent que l'on ne peut pas toujours espérer obtenir un meilleur rendement avec l'augmentation de la proportion de maïs GM. En effet, la tendance selon laquelle les rendements des produits GM augmentent avec la proportion entre la superficie de maïs GM et la superficie totale de maïs peut être observée dans les régions agricoles 4 et 13 du Québec et dans les régions agricoles 2 et 3 de l'Ontario. On peut observer la tendance inverse dans les régions 1 et 4 de l'Ontario. Par ailleurs, le rendement du maïs GM n'était pas toujours supérieur au rendement du maïs NGM (figures 17 et 18 de l'annexe 2). Ces résultats rendent donc difficile la mesure de l'impact réel de l'utilisation des SGM de maïs sur le rendement global du maïs. Les figures 9 et 10 montrent la situation au Québec et en Ontario.

Figure 9. **Rendements du maïs GM et du maïs NGM selon la part de maïs GM dans la récolte de maïs au Québec**

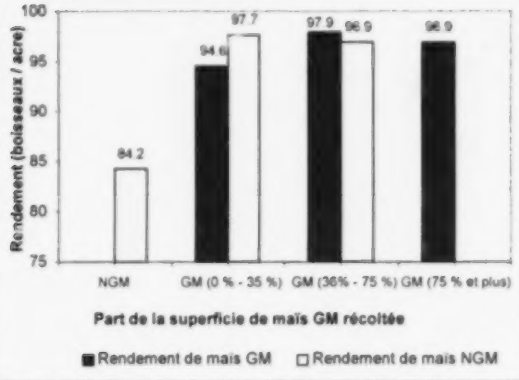
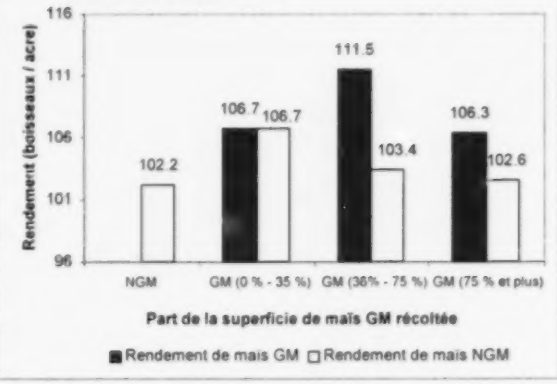


Figure 10. **Rendements du maïs GM et du maïs NGM selon la part de maïs GM dans la récolte de maïs en Ontario**



d.i. : données incertaines

Il existe une relation entre la superficie totale de maïs ensemencée et la proportion de maïs GM

Au Québec et en Ontario, la tendance générale est la suivante : la superficie totale de maïs ensemencée pour les fermes ayant récolté seulement du maïs NGM est généralement plus petite que celle des fermes cultivant du maïs GM. Parmi ces fermes, celles dont plus de 75 % de la superficie récoltée était du maïs GM avaient ensemencé une plus petite superficie totale de maïs. Plus particulièrement, les fermes dont la superficie de maïs GM récoltée variait entre 0 % et 35 % sont celles qui ont ensemencé une superficie totale de maïs plus élevée (figures 11 et 12). On observe la même tendance dans les régions agricoles 4, 7 et 13 du Québec, ainsi que dans les régions agricoles 2 et 4 de l'Ontario (figures 15 et 16 de l'annexe 2).

Selon les résultats, il semble que les producteurs cultivant de petites superficies de maïs ont tendance à ne pas utiliser de SGM de maïs. Le coût élevé des semences explique probablement cette situation. De plus, vu les contraintes du marché actuel, ces producteurs auraient encore des doutes quant à la

rentabilité de la technologie sur de petites superficies. Par ailleurs, les fermes qui ont ensemencé en moyenne une plus grande superficie totale de maïs ont tendance à cultiver du maïs GM sur une petite superficie (entre 0 % et 35 %) de leurs champs de maïs. Étant donné que, pour ces fermes, la culture du maïs semble être la principale culture, plusieurs raisons peuvent expliquer leur comportement, dont les suivantes :

- la prudence pour minimiser les risques de perte de revenu étant donné le contexte du marché actuel du maïs GM;

- les pratiques de culture. Selon les recommandations concernant les pratiques de culture, les producteurs qui cultivent du maïs GM doivent prévoir des superficies de maïs NGM sur au moins 20 % de leur superficie totale de maïs comme moyen de contrôle de la pyrale du maïs Bt.

Les fermes dont la superficie de maïs GM récoltée est de 75 % et plus avaient une superficie totale de maïs plus faible que celles des fermes qui ont utilisé du maïs GM, mais en proportions plus faibles. Il est actuellement difficile de comprendre la raison pour laquelle la situation est ainsi. Cependant, il est possible que ce soient principalement des fermes dont la majeure partie de leur production sert à nourrir les animaux ou à être vendue sur le marché local pour cet usage.

Figure 11. **Rapport entre la superficie ensemencée et le rendement moyen de la ferme selon la part de maïs GM dans la superficie de maïs récoltée au Québec**

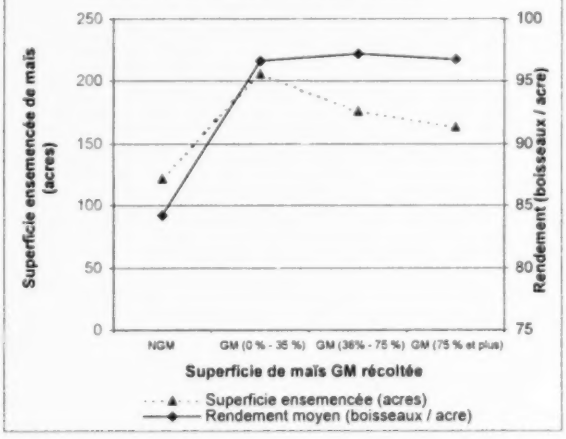
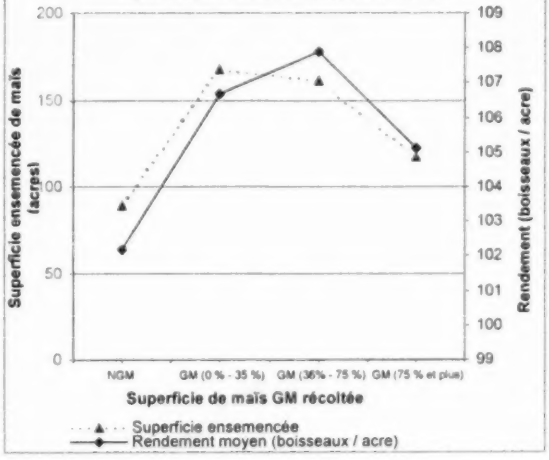


Figure 12. **Rapport entre superficie ensemencée et le rendement moyen de la ferme selon la part de maïs GM dans la superficie de maïs récoltée en Ontario**



IV Conclusion et perspectives

Les résultats de notre étude indiquent que les SGM intéressent toutes les catégories de fermes même si les fermes de petite taille les utilisent davantage que les fermes de taille plus importante. Les petites fermes ont plus de flexibilité que les grandes, particulièrement en ce qui concerne le marché pour leur production et les risques encourus par rapport aux investissements réalisés.

Bien que les résultats constituent une bonne base de travail, le profil précis des producteurs qui utilisent des SGM est difficile à établir de façon adéquate à partir des données d'une seule enquête. D'autres données seront nécessaires pour obtenir plus de renseignements et comprendre convenablement le rôle et l'évolution de la technologie des SGM dans le cadre des cultures de maïs-grain et de soya.

L'enquête sur les grandes cultures qui sera réalisée en novembre 2001 nous permettra de comparer les rendements du maïs-grain et du soya obtenus à l'aide de SGM et sans SGM. Nous considérons qu'en suivant l'évolution des superficies sur lesquelles on a recours aux SGM, l'impact de l'utilisation de ces dernières sur les rendements du maïs et le nombre de producteurs qui les utilisent, nous pourrons comprendre plus facilement les raisons pour lesquelles les producteurs utilisent les SGM.

Ces deux paramètres (évolution des superficies et évolution du nombre de producteurs utilisant des SGM) permettront également de mieux comprendre la situation du marché. Selon les données mises à notre disposition, il semble que l'une des principales raisons évoquées pour l'utilisation des SGM est de faciliter les travaux agricoles.

Au cours de 2001 et des années à venir, Statistique Canada planifie de mener des enquêtes sur l'utilisation des SGM de maïs et de soja par les producteurs canadiens. Il sera ainsi possible d'obtenir des données statistiques valables pour dresser un premier portrait fiable du processus d'adoption de cette nouvelle technologie. Il sera également possible d'analyser le phénomène d'adoption et d'abandon des SGM par les producteurs, de déterminer l'impact réel de la technologie sur la productivité du maïs et d'évaluer sa rentabilité.

V Remerciements

Les résultats de la présente étude sont le fruit de la collaboration et de l'expérience dont j'ai bénéficiées de la part de mes collègues de la Division de l'agriculture. Je remercie particulièrement Oliver Code, chef de section des cultures et gestionaire du projet sur les organismes génétiquement modifiés pour ses conseil utiles ainsi que Martin Beaulieu, Marco Marin, Sylvain Cloutier, Daniel Bergeron et Lina Di Pietro pour leurs commentaires sur le texte. Je tiens également à remercier Phillips Owen, de la Division des méthodes d'enquêtes sociales, pour son appui dans le traitement des données au moyen des progiciels Wesvar et SUDAAN.

Annexe 1

Tableau 8. **Comparaison entre le rendement global moyen selon la proportion de la superficie de maïs GM par rapport à la superficie totale de maïs au Québec**

Niveau d'analyse	Part du maïs GM en %	Moyenne de rendement	c.v. (%)	Comparaisons entre les rendements (A — B)	Différence de rendement	Test T
Province	NGM	84,2	2	NGM — GM0035	-12,5	***
	GM0035	96,7	4	NGM — GM3575	-13,0	***
	GM3575	97,2	4	NGM — GM7510	-12,6	**
	GM7510	96,8	5	GM0035 — GM3575	-0,5	
				GM0035 — GM7510	-0,1	
				GM3575 — GM7510	0,4	
Région 4	NGM	72,6	5	NGM — GM0035	-8,9	
	GM0035	81,5	15	NGM — GM3575	-4,4	**
	GM3575	77,0	8	NGM — GM7510	-11,7	
	GM7510	84,3	24	GM0035 — GM3575	4,5	
				GM0035 — GM7510	-2,8	
				GM3575 — GM7510	-7,3	
Région 7	NGM	80,0	7	NGM — GM0035	1,4	
	GM0035	78,6	7	NGM — GM3575	-19,5	
	GM3575	99,6	19	NGM — GM7510	-4,5	
	GM7510	84,5	15	GM0035 — GM3575	-20,9	
				GM0035 — GM7510	-5,9	
				GM3575 — GM7510	15,0	
Région 9	NGM	78,4	7	NGM — GM0035	-18,8	
	GM0035	97,2	17	NGM — GM3575	-14,3	
	GM3575	92,7	6	NGM — GM7510	...	
	GM7510	d.i.		GM0035 — GM3575	4,5	
				GM0035 — GM7510	...	
				GM3575 — GM7510	...	
Région 13	NGM	92,5	3	NGM — GM0035	-7,6	
	GM0035	100,1	4	NGM — GM3575	-11,1	**
	GM3575	103,6	4	NGM — GM7510	-14,9	***
	GM7510	106,4	7	GM0035 — GM3575	-3,5	
				GM0035 — GM7510	-6,3	
				GM3575 — GM7510	-2,8	

NGM : maïs non génétiquement modifié
GM0035 : le maïs génétiquement modifié occupe entre 0 % et 35 % de la superficie totale de maïs récoltée
GM3575 : le maïs génétiquement modifié occupe entre 35 % et 75 % de la superficie totale de maïs récoltée
GM7510 : le maïs génétiquement modifié occupe 75 % et plus de la superficie totale de maïs récoltée
*** : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,01
** : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,05
d.i. : données incertaines
... : n'ayant pas lieu de figurer

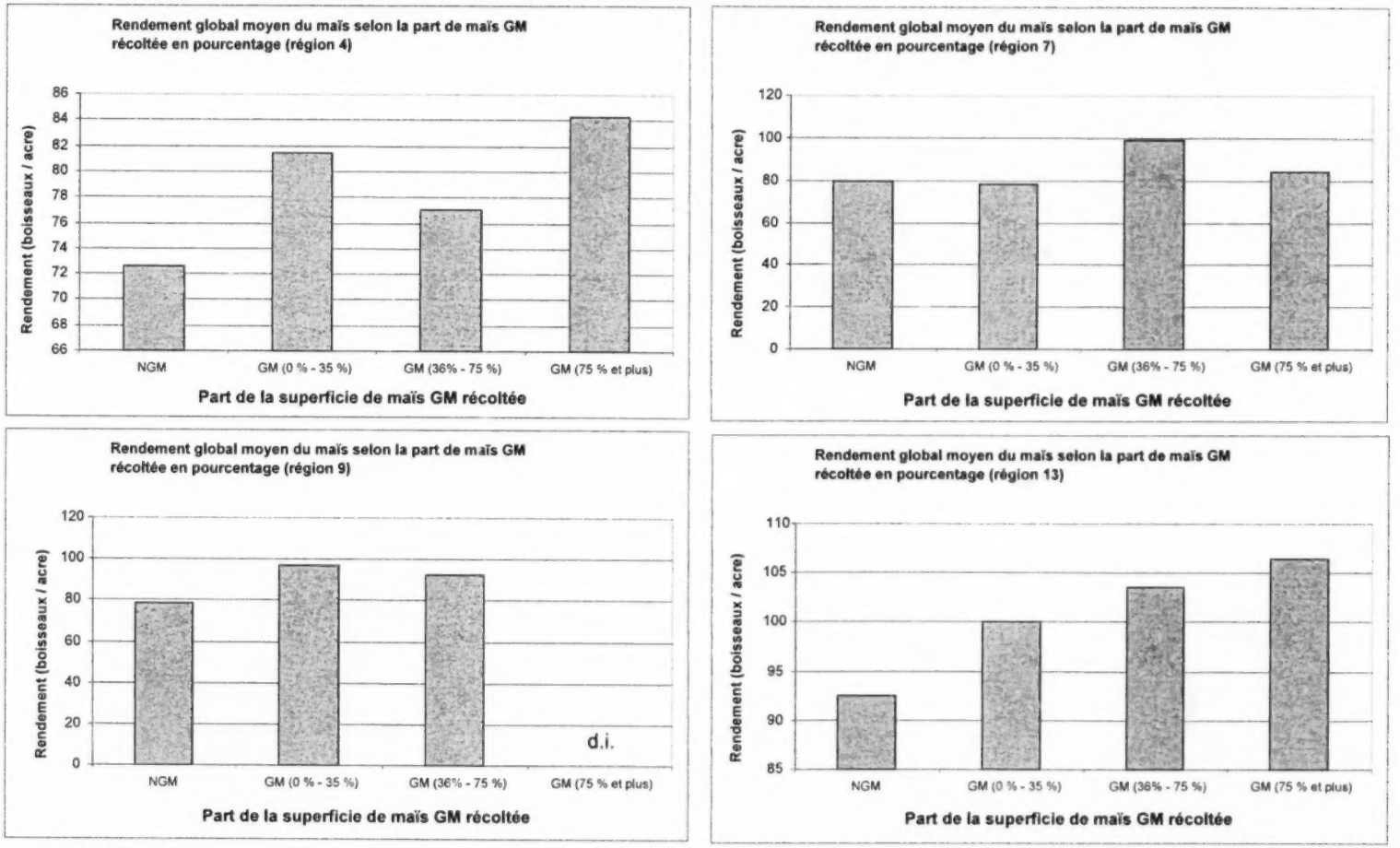
Tableau 9. **Comparaison entre le rendement global moyen selon la proportion de la superficie de maïs GM par rapport à la superficie totale de maïs en Ontario**

Niveau d'analyse	Part du maïs GM en %	Moyenne de rendement	c.v. (%)	Comparaisons entre les rendements (A — B)	Différence de rendement	Test T
Province	NGM	102,2	1	NGM — GM0035	-4,5	*
	GM0035	106,7	2	NGM — GM3575	-5,7	**
	GM3575	107,9	2	NGM — GM7510	-2,9	
	GM7510	105,1	2	GM0035 — GM3575	-1,2	
				GM0035 — GM7510	1,6	
				GM3575 — GM7510	2,8	
Région 1	NGM	113,2	1	NGM — GM0035	-5,6	
	GM0035	118,8	3	NGM — GM3575	-3,9	***
	GM3575	117,1	2	NGM — GM7510	3,8	
	GM7510	109,4	4	GM0035 — GM3575	1,7	
				GM0035 — GM7510	9,4	
				GM3575 — GM7510	7,7	
Région 2	NGM	97,8	2	NGM — GM0035	-5,5	
	GM0035	103,3	3	NGM — GM3575	-11,2	***
	GM3575	109,0	3	NGM — GM7510	-9,8	***
	GM7510	107,6	3	GM0035 — GM3575	-5,7	
				GM0035 — GM7510	-4,3	
				GM3575 — GM7510	1,4	
Région 3	NGM	87,9	4	NGM — GM0035	-5,6	
	GM0035	93,5	3	NGM — GM3575	-14,5	**
	GM3575	102,4	4	NGM — GM7510	-13,2	***
	GM7510	101,1	3	GM0035 — GM3575	-8,9	
				GM0035 — GM7510	-7,6	*
				GM3575 — GM7510	1,3	
Région 4	NGM	80,4	3	NGM — GM0035	-12,2	**
	GM0035	92,6	5	NGM — GM3575	-1,7	
	GM3575	82,1	7	NGM — GM7510	-4,6	
	GM7510	85,0	6	GM0035 — GM3575	10,5	
				GM0035 — GM7510	7,6	
				GM3575 — GM7510	-2,9	

NGM : maïs non génétiquement modifié
GM0035 : le maïs génétiquement modifié occupe entre 0 % et 35 % de la superficie totale de maïs récoltée
GM3575 : le maïs génétiquement modifié occupe entre 35 % et 75 % de la superficie totale de maïs récoltée
GM7510 : le maïs génétiquement modifié occupe 75 % et plus de la superficie totale de maïs récoltée
*** : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,01
** : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,05
* : différence A — B statistiquement significative au seuil de 0,1

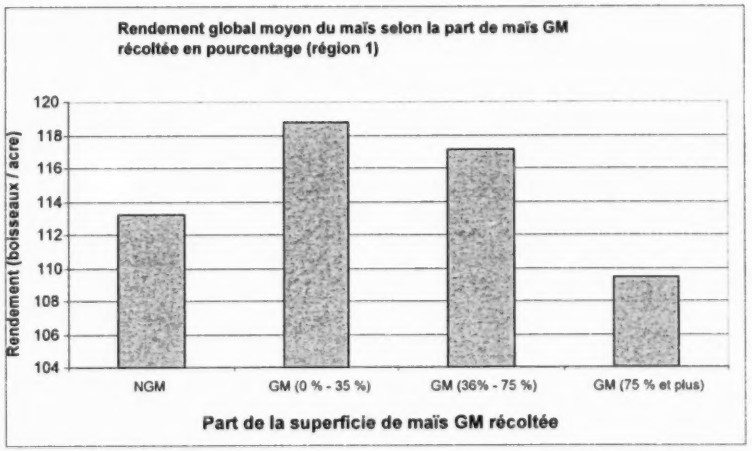
Annexe 2

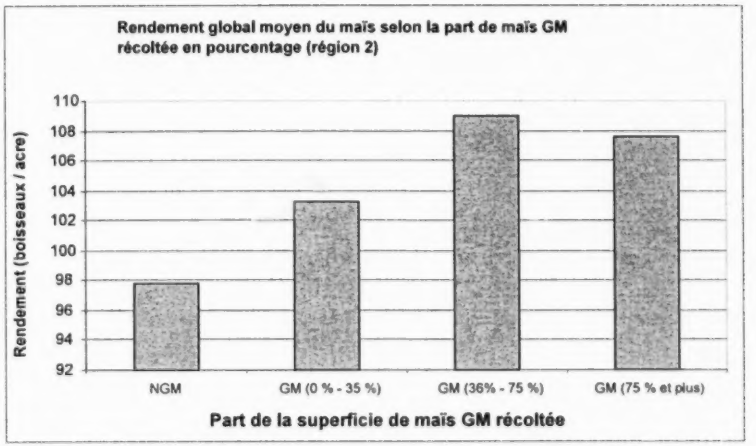
Figure13. **Rendement global moyen du maïs selon la part de la superficie de maïs GM récoltée en pourcentage dans les principales régions productrices de maïs au Québec**

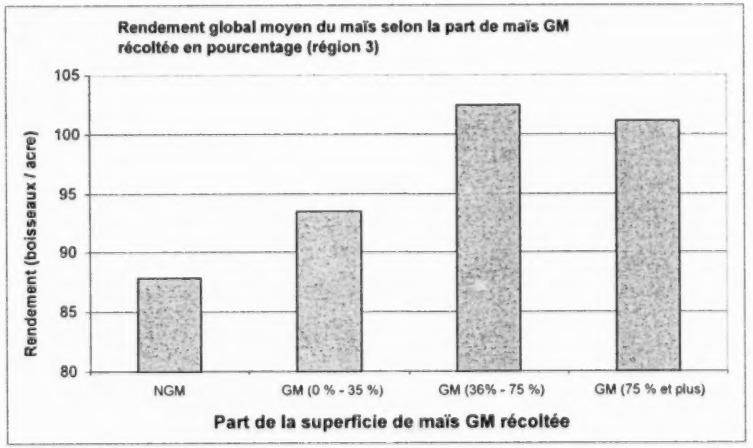


d.i. : données incertaines

Figure 14. **Rendement global moyen du maïs selon la part de la superficie de maïs GM récoltée en pourcentage dans les principales régions productrices de maïs en Ontario**







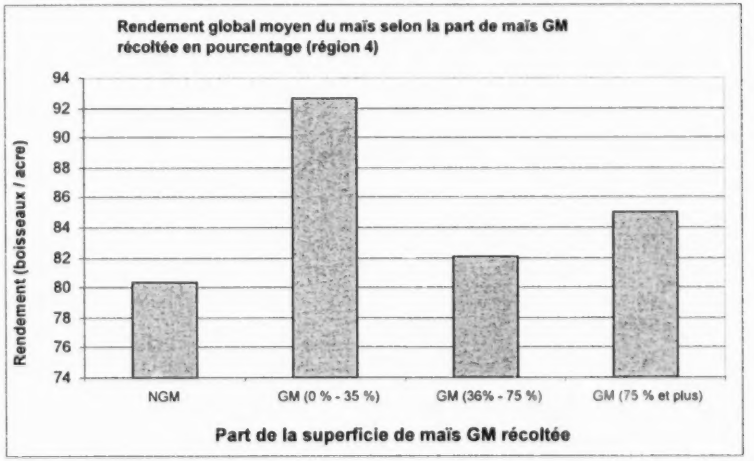


Figure 15. **Rapport entre la superficie ensemencée totale de maïs et le rendement global selon la part de la superficie de maïs GM récoltée en pourcentage dans les principales régions productrices de maïs au Québec**

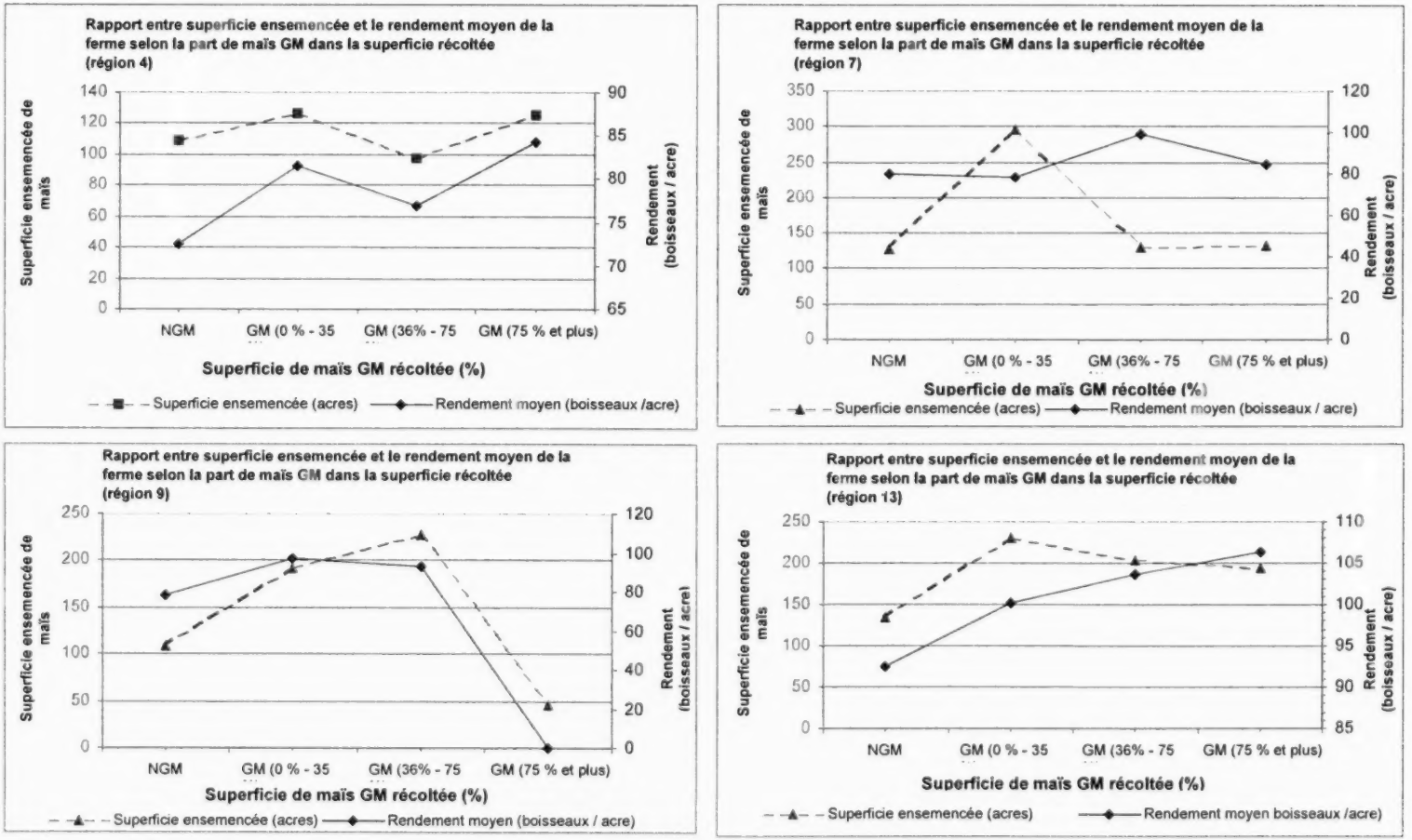
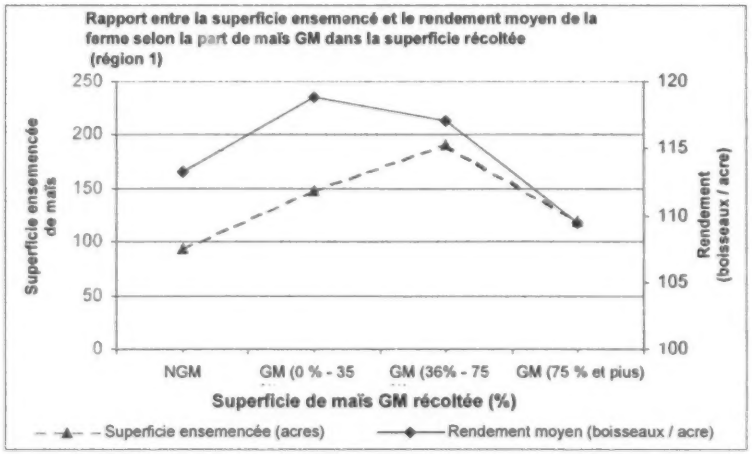
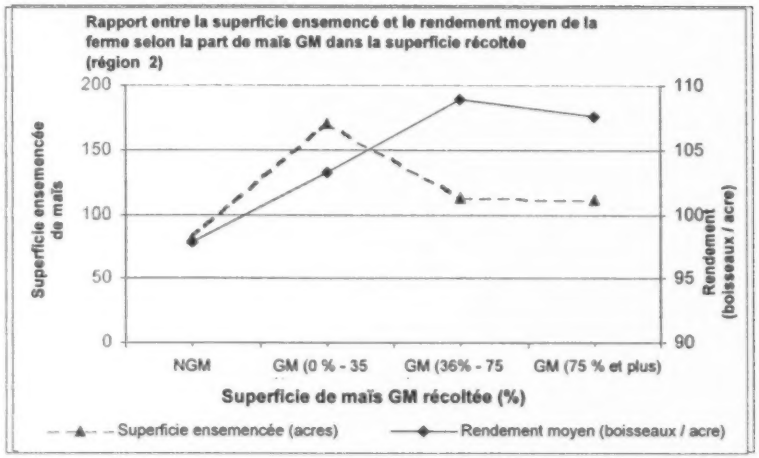
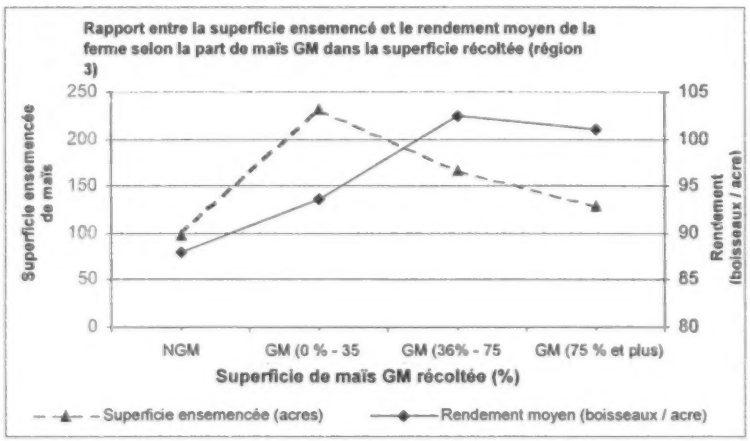

Rapport entre superficie ensemencée et le rendement moyen de la ferme selon la part de maïs GM dans la superficie récoltée (région 4)
Superficie ensemencée de maïs
Rendement (boisseaux / acre)
NGM
GM (0 % - 35
GM (36% - 75
GM (75 % et plus)
Superficie de maïs GM récoltée (%)
Superficie ensemencée (acres)
Rendement moyen (boisseaux /acre)
Rapport entre superficie ensemencée et le rendement moyen de la ferme selon la part de maïs GM dans la superficie récoltée (région 7)
Superficie ensemencée de maïs
Rendement (boisseaux / acre)
NGM
GM (0 % - 35
GM (36% - 75
GM (75 % et plus)
Superficie de maïs GM récoltée (%)
Superficie ensemencée (acres)
Rendement moyen (boisseaux / acre)
Rapport entre superficie ensemencée et le rendement moyen de la ferme selon la part de maïs GM dans la superficie récoltée (région 9)
Superficie ensemencée de maïs
Rendement (boisseaux / acre)
NGM
GM (0 % - 35
GM (36% - 75
GM (75 % et plus)
Superficie de maïs GM récoltée (%)
Superficie ensemencée (acres)
Rendement moyen (boisseaux / acre)
Rapport entre superficie ensemencée et le rendement moyen de la ferme selon la part de maïs GM dans la superficie récoltée (région 13)
Superficie ensemencée de maïs
Rendement (boisseaux / acre)
NGM
GM (0 % - 35
GM (36% - 75
GM (75 % et plus)
Superficie de maïs GM récoltée (%)
Superficie ensemencée (acres)
Rendement moyen boisseaux /acre)

Figure 16. **Rapport entre la superficie ensemencée totale de maïs et le rendement global selon la part de la superficie de maïs GM récoltée en pourcentage dans les principales régions productrices de maïs en Ontario**







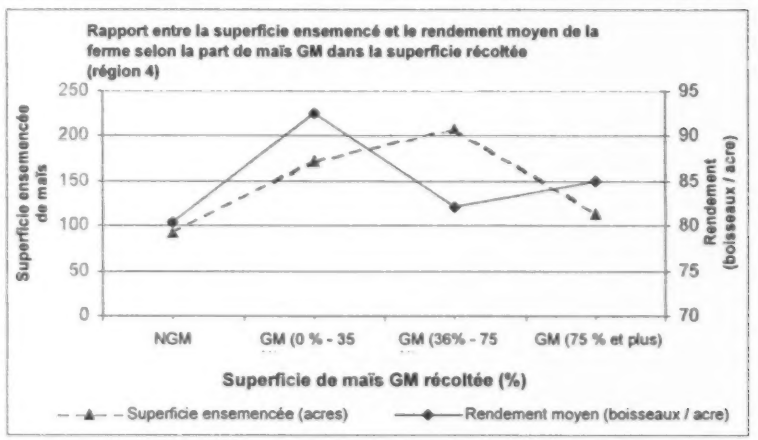


Figure 17. **Rendements du maïs GM et du maïs NGM selon la part de maïs GM par rapport à la superficie totale de maïs récoltée dans les principales régions agricoles du Québec**

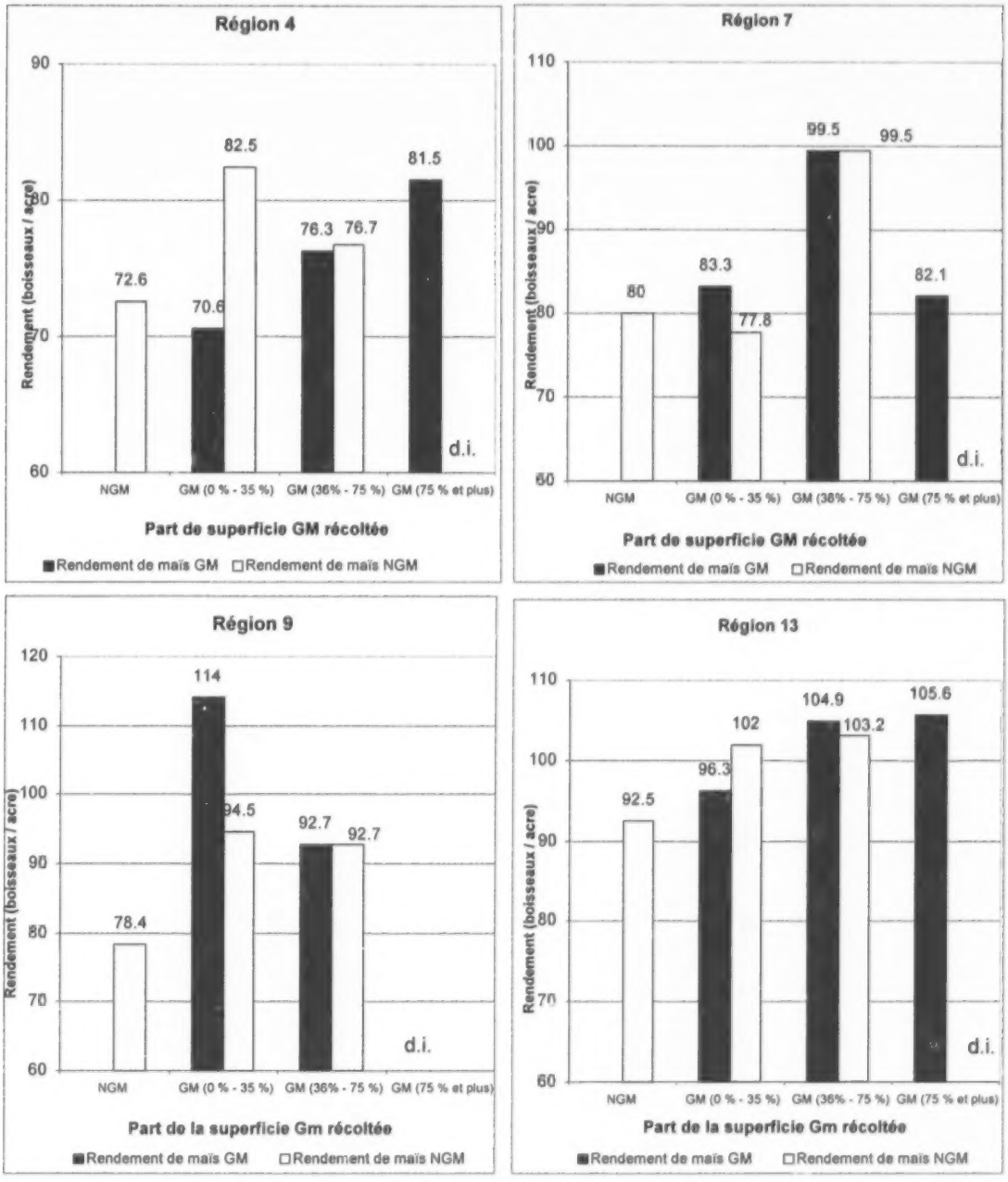


Figure 18. **Rendements du maïs GM et du maïs NGM selon la part du maïs GM par rapport à la superficie totale de maïs récoltée dans les principales régions agricoles de l'Ontario**